Band XX Heft 4 Juli/August 1938

Angewandte Botanik

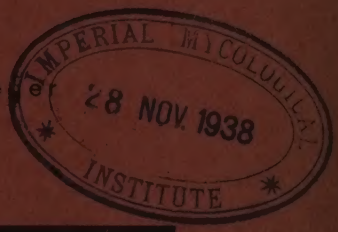
Zeitschrift der Vereinigung für angewandte Botanik

herausgegeben im Auftrage des Vorstandes vom 1. Schriftführer

Dr. **K. Snell**

Oberregierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem

Berlin
Verlag von Gebrüder Borntraeger
W 35 Koester Ufer 17
1938



Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin W 35

Anatomie der Vegetationsorgane der Pteridophyten von Prof. Dr. **Y. Ogura.** (Lief. 36 des Handbuches der Pflanzenanatomie.) Mit 382 Textfiguren. (VIII u. 476 S.) 1938
Einzelpreis geheftet *RM* 60.—

Conjugata von Prof. Dr. **Viktor Czurda.** (Lief. 35 des Handbuches der Pflanzenanatomie.) Mit 124 Textfiguren. (IV u. 176 S.) 1937
Einzelpreis geheftet *RM* 22.—

Ausführliche Einzelprospekte kostenfrei

Inhalt von Heft 4

Seite

Originalarbeiten:

Voss, J. Über sorteneigene Oxydations- und Reduktionsfermente bei *Triticum sativum* L., ihre Verwendbarkeit zur Sortenunterscheidung 265

Gaßner, G. Über die Hartschaligkeit von Robiniensamen und eine Methode zu ihrer Beseitigung 293

Klemm, M. Kulturgebiet des Rotklees (*Trifolium pratense* L.) und Klima 304

Kleine Mitteilungen 315

Biologische Demonstrations-Präparate

Ein neues Verfahren zur Herstellung biologischer Demonstrations-Präparate

Medicago scutellata L. (All.) als Beischluß in italienischen Pferdebohnen

Besprechungen aus der Literatur 326

Neue Mitglieder und Adressenänderungen 332

Werbt neue Mitglieder!

Nach § 14 der Satzungen steht nur den Mitgliedern der Vereinigung für angewandte Botanik die Veröffentlichung in dieser Zeitschrift zu.

Manuskripte, zur Besprechung bestimmte Bücher, sowie alle auf die Schriftleitung bezüglichen Anfragen und Mitteilungen sind an den 1. Schriftführer, Oberreg.-Rat Dr. Snell, Neuanmeldungen von Mitgliedern und Adressenänderungen an den Schatzmeister, Regierungsrat Prof. Dr. Braun, beide in Berlin-Dahlem, Biologische Reichsanstalt, zu richten.

Die Hefte der „Angewandten Botanik“ kommen möglichst am 25. jeden zweiten Monats zum Versand. Hefte, die bei den in Deutschland wohnenden Mitgliedern innerhalb von 8 Tagen nicht angekommen sind, müssen beim zuständigen Postamt und nicht beim Verlag angefordert werden. Für abhanden gekommene Hefte liefert der Verlag nur Ersatz, wenn ein Verschulden seinerseits vorliegt.

Mitglieder der Vereinigung können Exemplare der bereits erschienenen Bände beim Bezug durch den Schatzmeister zum halben Ladenpreis erhalten.

Über sorteneigene Oxydations- und Reduktionsfermente bei Triticum sativum L., ihre Verwendbarkeit zur Sortenunterscheidung [1]).

Mit 12 Farbaufnahmen auf Tafel I.

Von

J. Voss.

(Dienststelle für allgemeine Sortenkunde an der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem, und Sortenregisterstelle des Reichsnährstandes.)

Inhalt.

Seite

Einleitung 266

I. Nachweis von sorteneigener Tyrosinaseaktivität an Körnern . . . 267
Einfluß der Temperatur auf die Tyrosinase 273
Sorteneigene Tyrosinasereaktion von Hüllspelzen 274
Herkunft und sorteneigene Tyrosinasetätigkeit 276
Tyrosinaseaktivität und Phenolfärbung 278
II. Nachweis der Polyphenoloxydase 281
III. Oxydasennachweis mit Hilfe der Guajacreaktion 284
IV. Peroxydasennachweis mit Leucomalachitgrün 289
V. Peroxydasennachweis mit Benzidin und Pyrogallol 336
VI. Dehydrasennachweis mit Malachitgrün und Fluorescein 338
Zusammenfassende Besprechung der Versuchsergebnisse 342

Zusammenfassung 346

Schriftenverzeichnis 347

---

[1]) Auszugsweise vorgetragen auf der Botanikertagung in Darmstadt, Juli 1937.

Einleitung.

Seit Jahren wird im In- und Ausland die von Pieper gefundene sorteneigentümliche Kornphenolfärbung bei der kurzfristigen Sortenunterscheidung von Weizen mit Erfolg angewandt. Während zunächst die Ursachen für diese Färbungserscheinungen unklar waren, wurde auf Grund von Untersuchungen an französischen (Friedberg 7) und an deutschen Sorten (Voss 20) auf die Wahrscheinlichkeit der Beteiligung von Oxydasen hingewiesen. In weiteren Arbeiten wurde dann von mir im einzelnen gezeigt, daß ein hohes Maß von Wahrscheinlichkeit dafür spricht, daß die Oxydasen — unter ihnen wahrscheinlich die Phenolasen — ursächlich am Zustandekommen der Phenolfärbung beteiligt sind (22). Die verschiedenen experimentellen Unterlagen, die dafür sprechen, sind in der eben erwähnten Arbeit aufgeführt. Insbesondere betreffen sie die Abhängigkeit des Verlaufes der Färbungen von Temperatur, Reaktion und Alter der Proben neben der Sortenzugehörigkeit, die an erster Stelle maßgebend ist. Dieser 1935 gezogene Schluß war insofern als Anlaß für die hier zu besprechenden Arbeiten wichtig, als damit für sortenkundliche Zwecke zum erstenmal gezeigt worden war, daß die Tätigkeit bestimmter Fermente im keimenden Samen vorwiegend genetisch bedingt sein kann und relativ wenig von der geographischen Herkunft der betreffenden Sorte beeinflußt wird. Aus den verhältnismäßig wenigen Arbeiten, welche sich mit den Beziehungen zwischen Sorte und Fermentgehalt befassen, schien dagegen hervorzugehen, daß Katalase, Oxydase und Peroxydase in starkem Maße von Anbauort, Erntejahr und geographischer Herkunft der Probe abhängig seien (vgl. z. B. Bach und Mitarbeiter 3, 14, Aufhammer und Weinmann 2, Lischkewitsch 11).

Wenn das Ferment oder die Fermentgruppe, welche die Phenolfärbung bedingt, in so überraschend starkem Grade sorten- und nicht umweltbedingt war, so lag es nahe, auch andere Fermente und Fermentgruppen daraufhin zu untersuchen, ob sie gleichfalls überwiegend genetisch bedingt auftreten. Abgesehen davon, daß derartige physiologische Untersuchungen zu einer näheren Kenntnis der Sorten führen müssen, war die Möglichkeit nicht unwahrscheinlich, dadurch weitere kurzfristige Unterscheidungsmethoden zu finden, deren praktische Bedeutung für die Arbeiten des Reichsnährstandes an anderer Stelle gezeigt wurde (21). Aus diesen praktischen Erwägungen heraus mußte nun nach verhältnismäßig ein-

fachen Methoden gesucht werden, durch welche Fermente am keimenden Korn — das bekanntlich besonders reich an ihnen ist — nachgewiesen werden konnten. Hierfür kamen die zu histochemischen Zwecken häufig angewandten qualitativen Nachweise von Fermenten durch Farbreaktionen in Frage. Es galt nun, die aus der Histochemie bekannten Reagentien in der geeigneten, möglichst einfachen Weise in oder an das keimende Korn zu bringen und festzustellen, ob und wie äußerlich sichtbare Färbungserscheinungen auch daran auftreten würden.

Für die Bevorzugung des qualitativen Nachweises von Fermenten war, wie bemerkt, der Gedanke leitend, daß die für die Durchführung von „Massenuntersuchungen" anzuwendende Methodik möglichst einfach sein müsse. Der quantitative Nachweis der Art und Menge der vorkommenden Fermente konnte deshalb zunächst nicht in Frage kommen. Aber auch aus dem Ausfall der Farbreaktionen mußten sich gewisse Schlüsse ziehen lassen über Art und Aktivität der als sortengebunden festgestellten Fermente. Die äußerst schwierig zu beantwortende Frage der Lokalisation der nachgewiesenen Fermente im Korn interessierte im Zusammenhang mit den hier gestellten Aufgaben nicht. Die Wahl gerade der Weizensorten unter unseren Kulturpflanzen für die durchzuführenden Untersuchungen erfolgte auf Grund der Vertrautheit mit den verschiedenen Arten der Phenolfärbung bei Weizen, die ja nach dem oben Gesagten als Nachweis sortenbedingten Vorkommens von Fermenten anzusehen war.

Für vielfache Ratschläge bei der Durchführung dieser Arbeiten in chemischer Richtung bin ich Herrn Regierungsrat Dr. Pfankuch (Dienststelle für landwirtschaftliche Chemie und Bodenkunde an der Biologischen Reichsanstalt) zu aufrichtigem Dank verpflichtet.

Die Untersuchungen, über welche im folgenden berichtet werden soll, befassen sich mit den Enzymen der Oxydation und Reduktion. Sie wurden in den Jahren 1936—1938 an Saatgut und Spelzen der Ernten 1935—1937 (verschiedenster geographischer Herkünfte und verschiedenster Weizensorten) vorgenommen.

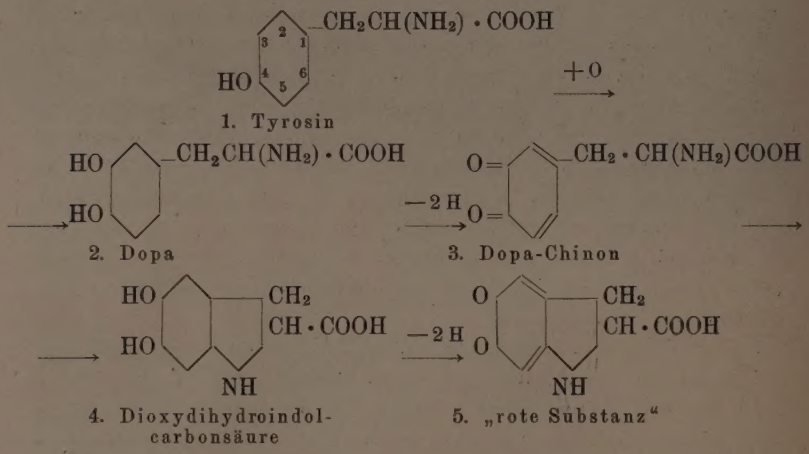
Nachweis von Tyrosinase (Monophenoloxydase).

Das Ferment ist nach W. Franke (in: Chemie der Enzyme von H. v. Euler, München 1934, S. 365) als eine echte, nur mit O_2 reagierende Oxydase anzusehen. Das Vorkommen der Tyrosinase in Pflanzen ist bekannt, besonders auch in Kartoffeln. Es ist nach

den heutigen, den Ausführungen von W. Franke entnommenen Anschauungen für die Bildung des Melanins von Wichtigkeit, indem es den ersten der drei visuell erfaßbaren Abschnitte der Melaninbildung einleitet. Es soll auf diese hier ganz kurz eingegangen werden, um damit die Grundlage für das Verständnis der späterhin zu besprechenden Phenolfärbung zu geben. Nach Raper (vgl. 6, S. 372) kann man bei der Melaninbildung folgende Abschnitte unterscheiden:

1. Die Bildung eines roten Körpers,
2. sein Übergang in eine farblose Substanz und
3. dessen Übergang in Melanin.

Genau bekannt sind bisher nur die Vorgänge, die zur Bildung des roten Körpers führen. Nach Raper ist der Weg zur Bildung des roten Körpers folgender:



Nach Untersuchungen von Raper ist die Tyrosinase nur zu dem ersten Angriff auf das Tyrosin, also zur Bildung des Dopa (Dioxyphenylalanin) notwendig, indem es die Bildung einer weiteren Oxygruppe veranlaßt. Daran schließt sich durch Dehydrierung das Dopa-Chinon, das über Stufe 4 in die rote Substanz übergeht.

Angewandte Methodik.

Zum Nachweis der Tyrosinase bei Weizen kann man sich der Methode Bach in der von H. Haehn modifizierten Form (nach H. Haehn in 15, S. 1364) bedienen. Man benutzt zur Lösung des Tyrosins folgende Pufferlösung: 1/15 mol KH_2PO_4 (9,078 g i. L.)

und 1/15 mol. $Na_2HPO_4 . 2H_2O$ (11,876 g i. L.). Benutzt wurden nach Sörensens Vorschrift gereinigte Salze, bezogen von der Fa. C. A. F. Kahlbaum, Berlin-Adlershof. Werden gleiche Teile der primären und sekundären Phosphatlösung gemischt, so erhält man ein pH = 6,81. Zur Herstellung der Tyrosinlösung wurde folgendermaßen verfahren: 0,1 g Tyrosin wurden durch Erwärmen gelöst in einem Gemisch von 100 ccm 1/15 mol prim. Kaliumphosphat mit 100 ccm 1/15 mol sekundärer Natriumphosphatlösung.

Die mit der Tyrosinlösung zu versetzenden Weizenkörner wurden 24 Stunden bei ca. + 20° C Raumtemperatur in aqu. dest. vorgekeimt, indem zu je 100 Körnern der verschiedenen Weizensorten (in einem Zylinderglas von 8 cm Höhe und ca. 3 cm Durchmesser befindlich) 8 ccm aqu. dest., das Raumtemperatur hatte, gegeben wurden. Nach 24 Stunden wurde das Wasser abgegossen und die Körner zu je 10 in ein Reagenzglas getan. Darauf wurde zu je 10 in einem Reagenzglas befindlichen Körnern 1 ccm der oben angegebenen Tyrosinlösung gegeben und der Eintritt der Verfärbung und Farbstoffbildung qualitativ verfolgt. Für die Vornahme jeder Reaktion wurden 30—50 Körner in 3—5 Reagenzgläsern benutzt. Die folgende Übersicht I (s. S. 270) zeigt das Ergebnis eines der ersten Versuche mit Sommerweizen Dahlemer Ernte 1935.

Bereits nach einer Stunde setzten zunächst leichte rosa Färbungen in der Tyrosinlösung ein, welche der oben erwähnten Stufe 5 der Farbstoffbildung nach Raper entsprechen dürften (vgl. Farbaufnahme Nr. 1). Nach 24 Stunden hatte sich bei einer Reihe von Sorten das Melanin gebildet, das in feinen Flocken in der Lösung schwamm und den mehr oder weniger dunkelbraunen bis schwarzen Farbton der Lösung bedingte. Die Farbstoffbildung trat vorwiegend in der Lösung (vgl. Farbaufnahme Nr. 2) auf, durch die sich absetzenden schwarzen Melaninpartikelchen war eine nur scheinbar eintretende Färbung auch der Körner bedingt. Selbst bei tagelangem Liegen der vorgekeimten Körner in der Tyrosinlösung trat keine oder nur ganz geringfügige Färbung der Körner selbst ein. Der Versuch die Färbung der Körner ähnlich wie bei der Kornphenolfärbung hervorzurufen, mißglückte. Hierzu wurden die Körner nach dem Vorkeimen in Petrischalen ausgelegt und dann mit einer feinen Pipette 2 ccm der Tyrosinlösung zugegeben. Daraufhin färbten sich die Körner kaum, wohl dagegen das mit der Tyrosinlösung getränkte Filtrierpapier. Die Keimung der Körner in den

Übersicht I.

Versuch vom 30. April 1936 mit Sommerweizen Dahlemer Ernte 1935. Raumtemperatur um + 20° C.

Sorte	Färbung der Lösung $2^1/_2$ Std. nach Zugabe des Tyrosins[1])	Färbung der Lösung 24 Std. nach Zugabe des Tyrosins	Kornphenol-färbung[2])
Strubes weißähriger	—	2	dbr/s
Svalöfs Extrakolben	—	—	hbr
Lohmanns Kolben	—	—	hbr
Heines Kolben	—	—	hbr
Adlungs Alemannen	1	2	dbr/s
Derenburger weißähriger. . .	1	2/3	dbr/s
Hörnings Wohltmanns grüne Dame	?	2/3	dbr/s
v. Rümkers Sommerdickkopf	—	—	hbr
Kesslers früher roter	?	2	dbr/s
Bensings Allerfrühester . . .	—	1/2	dbr/s
Mahndorfer Burgunder . . .	1	1/2	dbr/s

Petrischalen war — im Gegensatz zu der starken Keimschädigung, die durch Phenol hervorgerufen wird — kaum gehemmt. Nach diesem negativen Ergebnis der Kornfärbung wurde weiterhin die sorteneigene Tyrosinasetätigkeit nur in den Reagenzgläsern an der Färbung der Lösung bestimmt. Wie diese und die häufig wiederholten Versuche gezeigt haben, ist die Tyrosinaseaktivität der einzelnen Sorten deutlich verschieden. Während einige Sorten wie z. B. Svalöfs Extrakolben, Lohmanns Kolben, Heines Kolben u. a. noch mehrere Tage nach Zugabe der Tyrosinlösung keine Färbung der Lösung zeigten, war die Lösung bei anderen Sorten mit starker Tyrosinasetätigkeit bereits 24 Stunden nach Zugabe vollkommen dunkel (vgl. Derenburger weißähriger, Hörnings Wohltmanns grüne Dame).

Von besonderem Interesse für die Klärung des Vorgangs der Kornphenolfärbung erscheint nun die Tatsache, daß Sorten mit starker Kornphenolfärbung auch eine starke Tyrosinase-

[1]) Die Abkürzungen hier und auf den folgenden Tabellen bedeuten: — keine Färbung; ? leichte Färbung fraglich; 1 schwache Färbung; 2 mittlere Färbung; 3 starke Färbung.

[2]) Die Abkürzungen bedeuten: Färbung der Körner: hbr hellbraun; dbr dunkelbraun; dbr/s dunkelbraun bis schwarz.

reaktion zeigen. Auf diesen Zusammenhang, der durch Untersuchung von einer großen Zahl von Weizensorten m. E. als sicher anzusehen ist, soll hier gleich an Hand der Übersicht I, letzte Spalte, hingewiesen werden. Es wird später noch darauf zurückzukommen sein. —

Da nun bekannt war (v. Euler, 6, S. 380), daß die Wirkung der Tyrosinase von dem pH-Wert der Lösung abhängig ist, und daß ferner kleine Mengen von Hydroperoxyd die Reaktion beschleunigen (v. Euler 6, S. 378), wurde versucht, durch eine andere Art des Ansatzes den Verlauf der Reaktion zu beeinflussen. Es wurden daher folgende Ansätze gewählt:

I = Tyrosinlösung in Phosphatpuffer pH 6,81 (wie oben)
II = Tyrosinlösung in Phosphatpuffer pH 6,81 + 3 ccm H_2O_2 0,025 % zu 100 ccm
III = 0,05 g Tyrosin in 100 ccm einer 0,04 %igen Na_2CO_3-Lösung durch Erhitzen gelöst[1])
IV = wie III, zu 100 ccm der Lösung 3 ccm H_2O_2 0,025 % gefügt
V = wie III, zu 100 ccm der Lösung 3 ccm H_2O_2 0,05 %.

Zu den wieder in gleicher Weise vorbehandelten Weizenkörnern wurde 1 ccm obiger Lösungen zu je 10 in einem Reagenzglas befindlichen Körnern der verschiedenen Sorten gegeben. Das Ergebnis dieses Versuches zeigt die folgende Übersicht II (s. S. 272).

Dieser Versuch ergab einmal, daß durch H_2O_2-Zugabe zu der Tyrosinlösung in Phosphatpuffer eine gewisse Beschleunigung der Farbstoffbildung erzielt werden konnte. Erheblich verstärkt aber wurde der Reaktionsablauf besonders durch die Wahl der Na_2CO_3-Lösung, die deutlich stärkere Melaninbildung ergab, wie sich aus der nach 24 Stunden vorgenommenen Farbbeurteilung in obiger Übersicht erkennen läßt. Das Gleiche ergaben wiederholte Versuche mit den beiden verschiedenen Ansätzen auch bei anderen Sorten. Durch Zugabe von geringen Mengen von H_2O_2 ließ sich der Reaktionsablauf in der Na_2CO_3-Lösung nicht mehr verbessern. Da die Farbbeurteilung bei dem hier gewählten neuen Ansatz erheblich besser durchzuführen ist, wurde zu der späteren Sortenprüfung meist das in Na_2CO_3 gelöste Tyrosin ohne H_2O_2-Zusatz benutzt. Auch bei diesem Versuch zeigt sich wieder der übereinstimmende Verlauf der Tyrosinasereaktion und der Phenolfärbung.

---

[1]) Nach Bach zitiert in Rona, P. 17, S. 304.

Übersicht II.

Tyrosinasenachweis am vorgekeimten Korn unter Benutzung verschiedener Ansätze.

Versuch vom 27. 1. 1937 mit Weizen Dahlemer Ernte 1936.

Raumtemperatur etwa + 20° C.

Sorte / Lösung:	I		II		III		IV		V		Kornphenolfärbung
Färbung:	1	24	1	24	1	24	1	24	1	24	
	Stunden nach Zugabe										
Criewener 104	—	farblos	—	schwach grauschwarz	—	schwach rosa	—	schwach rosa	—	schwach rosa	hbr.
Salzmünder Standard .	1/—	schwach grauschwarz	2	grauschwarz	1/—	tiefschwarz	1	tiefschwarz	1	tiefschwarz	dbr.
Strubes Früh	2/1	grauschwarz	2/3	grauschwarz	2	tiefschwarz	1/2	tiefschwarz	2	tiefschwarz	dbr/s
Strubes General v. Stocken	1	schwarz (2)	1/2	schwarz (3)	1/2	tiefschwarz	1/2	tiefschwarz	1/2	tiefschwarz	dbr/s
Rimpaus Bastard . . .	2	schwarz (3)	3	schwarz (3)	2	tiefschwarz	2	tiefschwarz	3	tiefschwarz	dbr/s
Heines Hartweizen . .	—	farblos	—/1	schwach gefärbt	—/1	rotbraun	—/1	rotbraun bis schwarz	—/1	rotbraun bis schwarz	dbr.

Über die Schwankungen des Reaktionsverlaufes bei der gleichen Sorte unter Benutzung einer größeren Kornzahl ergaben entsprechende Versuche, daß der Ausfall recht gleichmäßig war. So zeigten von 10 Reagenzgläsern (mit je 10 Körnern) der Sorten Svalöfs Extrakolben und v. Rümkers Sommerdickkopf alle 10 einen dem Sortencharakter entsprechenden negativen Ausfall. Bei Peragis Sommerweizen zeigten 5 Reagenzgläser starke, 5 mittlere Melaninbildung. Da zur Beurteilung der Sorten nur das Fehlen bzw. das schwache Eintreten oder aber die starke bis mittlere Reaktion berücksichtigt wird, genügt m. E. die bei den Versuchen meist benutzte Kornzahl von 30—50.

Einfluß der Temperatur auf die Tyrosinase.

Nach der zusammenfassenden Darstellung von W. Franke in dem von v. Euler herausgegebenen Handbuch wird das Ferment durch Temperaturen zwischen 60—95° C inaktiviert. Für Tyrosinase aus Weizenkleie gibt Haehn (wiederum nach W. Franke) eine Inaktivierungstemperatur von 90—95° C an. —

Bei den hier zu besprechenden Versuchen kam es weniger auf die sehr hohen Temperaturen an, als darauf, den Temperaturbereich zu erfassen, der für die Keimung des Weizenkornes in Betracht kommt, also Temperaturen zwischen ±0 und etwa + 30° C. Der Versuch wurde in der oben beschriebenen Art in Reagenzgläsern (Tyrosin in Na_2CO_3 gelöst) in drei verschiedenen Temperaturen angesetzt, nämlich + 4°, + 19° und + 31° C. Die Zugabe der entsprechend vortemperierten Tyrosinlösungen erfolgte in den für die Reaktion vorgesehenen Räumen, nachdem die vorgekeimten Weizenkörner in den Reagenzgläsern etwa eine Stunde den vorgesehenen Temperaturen ausgesetzt gewesen waren. Den Reaktionsablauf gibt die Übersicht III wieder (s. S. 274).

Wie zu erwarten war, nahm die Schnelligkeit der Melaninbildung mit höheren Temperaturen zu (vgl. Bemerkungen in Übersicht III). Der mittlere Temperaturwert von + 19° C entspricht etwa den Temperaturen, welche auch bei den bisher geschilderten Versuchen herrschten. Überraschend aber war der Reaktionsverlauf bei den niedrigen Temperaturen, da hierbei auch solche Sorten eine Farbstoffbildung zeigten, die bei mittleren und höheren Temperaturen eine solche nicht erkennen ließen (so Svalöfs Extrakolben und v. Rümkers Sommerdickkopf) (vgl. Farbaufnahme Nr. 3).

Übersicht III

Tyrosinasereaktion bei verschiedenen Temperaturen. Sommerweizen Dahlemer Ernte 1936. Versuch vom 26. 5. 1937.

(Tyrosinlösung in Na_2CO_3. Farbbeurteilung[1]) nach 48 Stunden.)

Sorte	Temperatur			Bemerkungen über Reaktionsablauf
	+ 4°	+ 19°	+ 31°	
Svalöfs Extrakolben	2 rosa	— farblos	— farblos	bei + 4° C nach
Janetzkis früher .	2/3 rot	3 schwarz	1 rötlich	$1^3/_4$ Stdn. fast kei-
Adlungs Alemannen	3 rot	2/3 schwarz	2 schwarz	ne, nach 4 Stdn.
Hohenheimer				rosa Färbung;
Franken	2/3 rot	1/2 rot-schwarz	2 schwarz	bei + 19°C nach $1^3/_4$ Stdn. rosa
v. Rümkers				Färbung, nach 4
Sommer DK. .	2 rot	— farblos	— farblos	Stdn. rotbraun;
Bensings Allerfrüh.	2/3 rot	2/3 schwarz	2 schwarz	bei + 31°C nach 2 Stdn. grau-schwarze, n. 4 Stdn. noch verstärkte schwarze Färbung.

Der Ausfall dieses Versuches, der bei Saatgut Dahlemer Ernte 1937 mit ähnlichem Ergebnis wiederholt wurde, zeigt die Notwendigkeit einer genauen Temperaturbeachtung bei Ausführung der geschilderten Fermentreaktion. In weiteren Versuchen soll geprüft werden, ob durch Wahl von Temperaturen, die von der gewöhnlichen „Zimmertemperatur" stark abweichen, weitere Sortenunterscheidungen möglich sein werden.

Durch 10 Minuten langes Kochen der Weizenkörner vor Einkeimen und Zugabe der Tyrosinlösung konnte schließlich die Reaktion bei Janetzkis frühem Sommerweizen fast ganz unterbunden werden, eine Sorte, die unbehandelt starke Melaninbildung zeigt. Dies bestätigt ja nur die über eine Temperaturempfindlichkeit der Tyrosinase nach W. Franke bereits vorliegenden Untersuchungen.

Sorteneigene Tyrosinasereaktion von Hüllspelzen.

Wie zu erwarten war, gelingt es auch unter Benutzung von Hüllspelzen sortenverschiedene Melaninbildung nachzuweisen. Von jeder Sorte wurden hierzu 50 Hüllspelzen wahllos den Ähren entnommen. Diese wurden dann zu je 10 in Reagenzgläser getan

[1]) Die Zahlen geben die Stärke der Farbstoffbildung an: — bedeutet keine Farbausprägung; 1 schwache Farbausprägung; 2 mittlere Farbausprägung; 3 starke Farbausprägung.

und je 1 ccm der Tyrosinlösung (in Na_2CO_3) zugegeben. Sowohl die Lösungen, als auch die Spelzen färbten sich je nach Sorte verschieden stark. Die Färbung der Lösung war z. T. fast stärker als bei Benutzung der Körner. Die Hüllspelzen wurden nach Beurteilung der Farbe der Lösung den Reagenzgläsern entnommen und in Petrischalen ausgelegt. Auch sie zeigten eine sortenverschiedene Färbung, die gleich nach dem Auslegen beurteilt wurde (vgl. Farbaufnahme Nr. 4). Den Ausfall dieser Versuche zeigt die Übersicht IV. Auf dieser ist ganz rechts auch der Ausfall der Tyrosinasereaktion des Kornes für die betreffenden Sorten angegeben. Man ersieht daraus sofort, daß meist — ähnlich den bei der Phenolfärbung herrschenden Verhältnissen — zwischen der Reaktion des Kornes und der Spelzen eine negative Beziehung besteht. D. h. also, bei starker Reaktion des Kornes besteht eine schwache oder fast fehlende Reaktion der Hüllspelzen (vgl. z. B. Salzmünder Standard und folgende Sorten) und umgekehrt (vgl. z. B. Cimbals Großherzog von Sachsen und nächstfolgende Sorten).

Übersicht IV.

Tyrosinasereaktion bei Hüllspelzen (Dahlemer Ernte 1936).

Versuch vom 18. 6. 1937.

Sorte	Färbung d. Lösung nach $5^1/_2$ Stdn.	Färbung der Spelzen	Tyrosinase-reaktion des Kornes
Cimbals Großherzog v. Sachsen	2/3	dbr	—
Ebersbacher Weiß	2/3	br	—
Hauters Zucht	2/3	dbr	—
Criewener 104	2/3	dbr	—
Salzmünder Standard	1	ugf	2
Janetzkis frühe Kreuzung L	2/3	*br*	2/3
Engelens Siegfried	1	ugf	2/3
Nordost Samland	—/1	ugf	2/3
Heines II	—/1	ugf	2/3
Svalöfs weißer Kronen	—	ugf	3
Rimpaus Bastard	—/1	fast ugf	3
Strubes General von Stocken	—	ugf	2/3
Strubes Schlanstedter Dickkopf	—/1	ugf	2/3
Carstens Dickkopf V	—/1	ugf	2/3
Ackermanns Bayernkönig	2/3	Färbung der Spelzen nicht zu beurteilen, da Sorten mit an sich schon rotbraunen Hüllspelzen.	—
Holzapfels Darwin	3		—
Langs Tassilo	3		—
Kraffts verbesserter Siegerländer	—/1		2/3
Langs Trubilo	2/3		—
Stauderers Markus	2		—

Die einzige, dieser Regel nicht folgende Sorte in obiger Übersicht ist Janetzkis frühe Kreuzung L, deren von der Norm abweichendes Verhalten bereits von den Phenolfärbungsversuchen her bekannt ist (vgl. 22).

Durch 10 Minuten langes Kochen der Hüllspelzen in aqu. dest. wird die Reaktion im Vergleich zu unbehandelten unterbunden oder stark geschwächt.

Herkunft und sorteneigene Tyrosinasetätigkeit.

Von besonderem Interesse mußte die Feststellung sein, ob verschiedene geographische Herkünfte der gleichen Sorte die gleiche oder doch wenigstens ähnliche Melaninbildung zeigen würden, oder ob — wie es von manchen Fermenten bekannt ist — der Herkunftseinfluß den erblichen, sortenbedingten Charakter verdecken würde (vgl. z. B. 2, 13). Von den vielen zur Klärung dieser Frage durchgeführten Untersuchungen, die mit Saatgut der Ernten 1935, 1936 und 1937, das aus den verschiedensten Teilen Deutschlands stammte, vorgenommen wurden, stellt die nachstehende Übersicht V nur einen kleinen Auszug dar.

Wie die folgenden Ergebnisse zeigen, handelt es sich bei der Art der Tyrosinasetätigkeit der Weizensorten um eine physiologische Eigenschaft, die verhältnismäßig sehr stark erbbedingt ist. Es sind zwar — bei dem hier gewählten qualitativen Nachweis der Tyrosinase — gewisse Schwankungen in der Stärke der Melaninbildung z. B. bei der Sorte Janetzkis früher Sommerweizen sichtbar. Sie werden aber nach den bisherigen Untersuchungen nie so groß, daß irgendeine der geprüften Herkünfte in die Gruppe mit fehlender bis schwacher Reaktion hätte eingereiht werden müssen. Heines Kolben (mit fehlender Reaktion) zeigt ähnlich geringe Schwankungen.

Infolge der geringen Schwankungen der Ergebnisse kann also die verschiedene Art der Tyrosinaseaktivität unter den hier angegebenen Bedingungen zur Sortenkennzeichnung und -unterscheidung bei Weizen benutzt werden.

Übersicht V.

Tyrosinasereaktion und Herkunftswirkung bei Sommerweizen.

Sorte	Herkunft	Erntejahr	Stärke der Melaninbildung
Janetzkis früher	Baden	1935	2/3
	Bayern	1935	2/3
	Rheinland	1935	2/3
	Sachsen-Anhalt	1935	2/3
	Schlesien	1935	2/3
	Ostpreußen	1936	3
	Freistaat Sachsen	1936	3
	Sachsen-Anhalt	1936	2/3
	Schlesien	1936	3
Heines Kolben	Hessen-Nassau	1935	—/1
	Rheinland	1935	—
	Sachsen-Anhalt	1935	—
	Schlesien	1935	—
	Hessen-Nassau	1936	—/1
	Freistaat Sachsen	1936	—/1
	Sachsen-Anhalt	1936	—/1
	Schlesien	1936	—/1
Peragis	Bayern	1935	2/3
	Braunschweig	1935	3
	Schleswig-Holstein	1935	2/3
	Hessen-Nassau	1935	3
	Mecklenburg	1935	3
	Rheinland	1935	3
	Sachsen-Anhalt	1935	3
	Schlesien	1935	3
	Sachsen-Anhalt	1936	3
	Hessen-Nassau	1936	3
	Freistaat Sachsen	1936	3
	Sachsen-Anhalt, II. Herk.	1936	2/3
	Schlesien	1936	3
	Thüringen	1936	3

Tyrosinaseaktivität und Phenolfärbung.

Der praktische Wert dieses eben geschilderten Ergebnisses wird allerdings vermindert durch die bereits mehrfach gestreifte Tatsache, daß die Ergebnisse der Tyrosinasereaktion in auffallender Übereinstimmung mit der Phenolfärbung stehen. Auf diese Beziehung, die geeignet erscheint, die Phenolfärbung ursächlich zu klären, soll hier noch kurz eingegangen werden.

Von den auf die Tyrosinasetätigkeit des Kornes geprüften Winterweizensorten (Ernte Dahlem 1935) wurden folgende in die Gruppe I mit schwacher bis fehlender Melaninbildung eingereiht:

Gruppe I: Reaktion fehlend bis schwach:

Ackermanns Bayernkönig
Bensings Trotzkopf
Bielers Edelepp
Bielers Kurzepp
Breustedts Extra DK.
Breustedts Werla
Buhlendorfer hellgelbkörn.
Buhlendorfer braunkörn.
v. Carons Eldinger Kleber
Cimbals Großherz. v. Sachsen
Criewener 104
Dietzes Winterweizen Nr. 8
Ebersbacher Weiß
Eckendorfer unbegrannter
Friedrichswerther Berggold
Grells unterfränkischer
Hauters Zucht
Hegauer Glas
Hohenwettersbacher braun
Holzapfels Darwin
Kulischs früher Rot
Langs Tassilo
Langs Trubilo
Lüneburger Sand
Mettes Schloß
Nordost Sandomir
Pörnbacher Graf Toerring
P. S. G. Frithjof
P. S. G. Sand
Schindlers Dickkopf
Stadlers br. DK. Goliath
Stauderers Markus St. 42
Toster Rot
Werthers Ettersberg
Zapfs oberfränkischer

Alle Sorten dieser Gruppe gehören auf Grund unserer früheren Untersuchungen (vgl. Heft 49 und 54 der Mitt. aus der B. R. A.) auch in die Gruppe mit hellbrauner Kornphenolfärbung.

In die Gruppe II mit mittlerer bis starker Melaninbildung gehörten auf Grund der Untersuchung der Jahresernte 1935 folgende Sorten:

Gruppe II: Reaktion mittel bis stark:

Berkners Kontinental
Bethges Ripa
Buchers Zucht
Carstens V
Cimbals Fürst Hatzfeld
Engelens Siegfried
Geh. Aereboe
Heges Hohenloher
Heils Dickkopf I
Heines I
Heines II
Hohenwettersbacher unbegr.
Kraffts Dickkopf
Kraffts verb. Siegerländer
Leutewitzer Adolf
Marquardts braunspelz. Dickkopf
Mauerner begrannter
Müllers Gaiberger roter Spelz
Nordost Samland
Pflugs Baltikum
Probstdorfer Kolben
P. S. G. Hertha
Salzmünder Standard
Steiners roter Tiroler Dinkel
Strengs K. 37
Strubes Früh
Strubes Schlanstedter DK.
Strubes General von Stocken
Strubes 3186
Suckerts Sand
Wieschenauer Rb.

Alle diese Sorten gehören auf Grund unserer früheren Untersuchungen in die Kornphenolfärbungsgruppe dunkelbraun bis schwarz. Ähnliche Zusammenhänge wurden bei den Sommerweizensorten von *Tr. vulgare* und auch von *Tr. durum* gefunden.

Da die Untersuchung von über 100 Sorten der Dahlemer Ernte 1935 und 1936 ohne Ausnahme die gleichen, eben angegebenen Verhältnisse zeigte, ist die Annahme eines ursächlichen Zusammenhanges zwischen Tyrosinaseaktivität und Phenolfärbung nicht unberechtigt. Es wurde weiter oben gezeigt, daß auch zwischen Phenolfärbung und Melaninbildung der Hüllspelzen die gleichen Beziehungen bestehen. Schließlich wurde nachgewiesen, daß für die Beziehung der Färbung zwischen Spelzen und Korn sowohl hinsichtlich der Phenolfärbung wie der Melaninbildung die gleichen Verhältnisse herrschen.

In einer früheren Arbeit (22) sind nun eingehend alle die Untersuchungsergebnisse besprochen worden, welche es höchstwahrscheinlich machen, daß bei der Phenolfärbung Oxydasen beteiligt sind. Die letzten Jahre haben nun, wie die Ausführungen von Bersin (4) zeigen, immer wieder Beispiele dafür gebracht, daß „Enzymaktivitäten charakteristische Merkmale der Sorte darstellen". Die von Bersin kurz angeführten Beispiele „zeigen den

gewaltigen Einfluß angeborener enzymchemischer Anlagen gegenüber der Wirkungslosigkeit von natürlichen Milieueinflüssen". Nichts spricht m. E. jetzt mehr dagegen, auch in der Phenolfärbung einen äußerlich sichtbaren Ausdruck für eine sorteneigene „angeborene" Fermenttätigkeit zu sehen. Es war zunächst nicht das Ziel dieser Untersuchungen gewesen, die ursächlichen Verhältnisse bei der Phenolfärbung weiter zu klären. Doch legen die hier geschilderten Versuche mit dem direkten Nachweis der sorteneigenen Tyrosinaseaktivität und ihrer Übereinstimmung mit der Art der Phenolfärbungsreaktion den Schluß nahe, daß die Phenolfärbung bedingt ist durch die Tätigkeit der Monophenoloxydase (Tyrosinase). Hierfür sprechen auch die von chemischer Seite vorliegenden Befunde, daß Tyrosinase außer auf Tyrosin auch auf eine ganze Reihe von Phenolen einwirkt (W. Franke in v. Euler 6, S. 375). Um die Tyrosinase, welche als Monophenoloxydase angesehen wird, von der Polyphenoloxydase (Laccase) zu trennen, kann man nach Raper (zitiert in v. Euler 6, S. 365) folgende Reagentien benutzen:

1. Tyrosin,
2. p-Kresol, das mit Tyrosinase eine Gelb- bis Orangefärbung gibt,
3. Guajacol, auf das Tyrosinase nicht einwirkt, wohl aber die Polyphenoloxydase (Laccase).

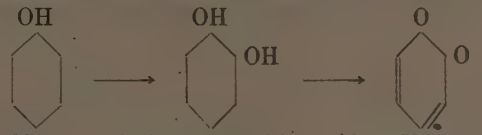
Zur Benutzung des Tyrosins als Nachweis der Tyrosinase braucht nach den mannigfachen, oben besprochenen diesbezüglichen Untersuchungen nichts mehr bemerkt zu werden.

Auch das von Raper an zweiter Stelle erwähnte Parakresol $CH_3 \cdot C_6H_4 \cdot OH$ wurde hier in 1 %iger Lösung benutzt. Bei Zugabe der Lösung zu den in Petrischalen auf Filtrierpapier ausgelegten vorgekeimten Körnern ergaben sich deutliche Färbungen bei den im Mai 1936 mit Körnern Dahlemer Ernte 1935 und im Januar 1937 mit solchen Dahlemer Ernte 1936 angestellten Versuchen. Die zu beobachtenden sortentypischen Farbdifferenzen waren aber geringer als bei der Phenolfärbung, so daß von einer Benutzung des Parakresols für praktische Zwecke der Sortenunterscheidung abgesehen wurde. Stärkere, dunkelbraune Färbung zeigten z. B. folgende Sommerweizen: Bethges Bordeaux, Kesslers früher roter, Derenburger weißer, Hörnings Wohltmanns grüne Dame, Strubes weißähriger, Bensings Allerfrühester. Die genannten Sorten zeigen auch eine starke Tyrosinasereaktion und starke dunkelbraune

bis schwarze Phenolfärbung. Bei Zugabe von 1 ccm Parakresollösung zu 10 im Reagenzglas befindlichen Körnern traten auch in der Lösung bald rosa bis bräunliche Färbungen auf.

Auf die mit Guajacol eintretenden Färbungen, die durch Laccase bedingt sind, wird noch später einzugehen sein.

Auf Grund der vorstehend skizzierten Zusammenhänge wie auf Grund der vorliegenden Untersuchungen können wir auch für die Phenolfärbung der Weizensorten folgenden Weg der Farbstoffbildung durch Einwirkung der Tyrosinase auf Phenol als wahrscheinlich annehmen (vgl. hierzu v. Euler, S. 376).



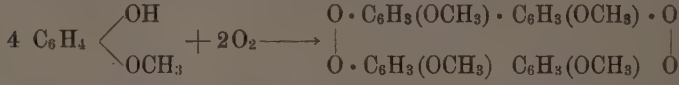
1. Phenol. 2. Brenzkatechin. 3. o-Chinon.

Nur für den ersten Schritt der Oxydation des Phenols wird man die Tätigkeit des Fermentes, der Monophenoloxydase, als notwendig ansehen müssen. Der Vorgang wird ganz ähnlich der Entstehung von Dioxyphenylalanin aus Tyrosin sein. Die Ähnlichkeit mit den eingangs angegebenen Anschauungen über die Entstehung des „roten Körpers" aus Tyrosin durch Einwirkung der Tyrosinase ist in die Augen fallend. Die Reaktion wird natürlich nicht bei der Bildung der o-Chinone aus dem Phenol stehenbleiben. Diese stellen ja Verbindungen von bekannter Reaktionsfähigkeit (v. Euler, S. 376) dar, die weiteren Veränderungen, über deren Natur nichts gesagt werden kann, unterliegen, bis die dunklen, für die Phenolfärbung charakteristischen Farbstoffe als letztes Oxydationsprodukt entstehen, die man als „Melanine" bezeichnen kann. Dabei wird unter „Melanin" ein Sammelbegriff verstanden, der für alle diejenigen braunen bis schwarzen Farbstoffe gilt, die aus Phenolabkömmlingen durch Oxydation entstehen können (Rona 16, Ergänzungen zu Seite 303).

Nachweis der Polyphenoloxydase (Laccase).

Nach den allgemeinen Angaben von W. Franke (in v. Euler, S. 384ff.) kommen die Polyphenoloxydasen (auch Polyphenolasen oder Laccasen genannt) sehr häufig im Pflanzenreich vor. Sie bedingen z. B. das Nachdunkeln von Pflanzensäften und verletzten Pflanzenteilen. Ihr Nachweis kann, wie oben bereits erwähnt,

durch Guajacol geführt werden, das von der Monophenolase (Tyrosinase) nicht angegriffen werden kann. Nach Bertrand (zitiert bei v. Euler 6, S. 384) geht das Guajacol durch Wirkung des Fermentes nach folgender Formel in das rote Tetraguajakochinon



über. Doch bedarf nach W. Franke diese Formel der Nachprüfung. Er hält es für wahrscheinlich, daß es sich bei dem entstehenden Farbstoff um ein Diphenochinonderivat handelt.

Bei den hier durchgeführten Versuchen wurde von Schering-Kahlbaum bezogenes Guajacol (Guajacol für analytische Zwecke) in aqu. dest. zu 1 % und 2 % gelöst. Zu den 24 Stunden vorgekeimten und in Petrischalen auf Filtrierpapier ausgelegten Körnern wurden 2 ccm der Guajacollösung gegeben. Die zunächst bei Zimmertemperatur (um + 20° C) vorgenommenen Färbungen gingen sehr langsam vonstatten, nach 24 Stunden zeigten sich nur ganz leichte Braunfärbungen in der Nähe des Embryos. Die weiteren Versuche zum Nachweis der Polyphenolase wurden dann bei Temperaturen von + 35° C vorgenommen, wodurch der Eintritt der Färbungen beschleunigt wurde. Etwa 3 Tage nach Zugabe der 2 %igen Guajacollösung entsprach die Färbung der Körner dem hellbraunen bis braunen Farbton, der bei Phenol nach etwa 2—3 Stunden zu erkennen ist. Es wurde dann versucht, durch Änderung der Reagentien (so durch Benutzung einer 0,04 %igen Na_2CO_3-Lösung) und stärkeren Lösungen von Guajacol in Alkohol (4 %ige Guajacollösung in 20 %igem Alkohol) eine Verbesserung der Reaktion zu erreichen. Die so erzielten Färbungen zeigten aber nur relativ geringe sortentypische Unterschiede.

Man kann also nur sagen, daß zwar der Nachweis des Vorkommens von Polyphenolasen im keimenden Weizenkorn mit Hilfe der Guajacolreaktion geführt werden kann, daß aber auf diese Art deutliche sortentypische Reaktionen nicht erzielt werden konnten.

Nur kurz sei noch erwähnt, daß durch Benutzung eines sehr alten und daher wahrscheinlich chemisch nicht mehr ganz reinen Präparates von Guajacol ein wesentlich anderer Färbungsverlauf erzielt wurde, bei dem auch deutliche und sehr konstante Färbungsunterschiede zwischen den Sorten auftraten. Darauf soll hier nur deshalb hingewiesen werden, um zu zeigen, wie wichtig die

Benutzung nur reinster Reagentien für alle hier geschilderten Reaktionen ist.

Da die Polyphenoloxydasen nach v. Euler (6) dadurch charakterisiert sind, daß sie weder auf Tyrosin noch auf einwertiges Phenol einwirken, hingegen o- und p-, Di- und Triphenole angreifen, so lag es nahe, zu ihrem Nachweis neben dem Guajacol gerade auch mehrwertige Phenole zu benutzen. Diesbezügliche Untersuchungen sind bereits in einer früheren Arbeit geschildert, sie wurden mit Brenzkatechin, einem zweiwertigen Phenol, erneut aufgenommen. Die Reaktionen wurden methodisch ebenso wie mit dem einwertigen Phenol und dem vorhin erwähnten Guajacol unter Benutzung von 0,25 %, 0,5 %, 1 %, 2 % und 3 % Brenzkatechin ($C_6H_4(OH)_2$) ausgeführt. Die Färbungen traten — wie aus den früheren Untersuchungen bereits bekannt war — sehr rasch bereits im Laufe der ersten Stunde nach Zugabe ein. Die Körner nahmen zunächst das „gefleckte" Aussehen an, indem die Spitze sich meist rascher färbt als das heller bleibende Embryoende (im Gegensatz zu den meisten anderen Färbungsreaktionen, bei denen sich am Embryo die ersten Färbungen zeigen). Da die Färbungen mit dem 1 %igen Brenzkatechin am besten zu beurteilen waren, soll nur auf diese eingegangen werden. Nach 24 Stunden in $+ 20^0$ C ($\pm 0{,}1$) wurden folgende Beobachtungen im Vergleich zur Phenolfärbung gemacht (vgl. Farbaufnahme Nr. 5):

Versuch vom 30. 5. 1938 mit Sommerweizen. Saatgut Dahlemer Ernte 1937.

Sorte	Farbbeurteilung 24 Stunden nach Zugabe von	
	1 %igem Brenzkatechin	1 %igem Phenol
Nordost Sommerweizen. . .	braun	(hell)braun
Janetzkis früher SW. . . .	dunkelbraun/schwarz	schwarz
Lichtis I 3 K 404	hellbraun	hellbraun
Peragis	dunkelbraun/schwarz	schwarz
Neuzüchtung 1011/37 . . .	braun	(hell)braun
v. Rümkers Sommer-DK. . .	braun	hellbraun
Strubes roter Schlanstedter .	braun	dunkelbraun

Es bestehen also, wie die verschiedene Farbausprägung auch bei Benutzung von Brenzkatechin zeigt, deutliche Unterschiede in der Polyphenolasenaktivität der Weizensorten. Da diese

aber nicht so stark ausgeprägt sind wie bei der Phenolreaktion ergibt sich — wie in früheren Untersuchungen bereits gezeigt wurde — praktisch keine bessere Unterscheidungsmöglichkeit. Dies gilt besonders auch deshalb, weil Sorten mit starker Phenolreaktion zugleich auch starke Brenzkatechinreaktion zeigen (vgl. z. B. Peragis und Janetzkis frühen Sommerweizen).

Oxydasennachweis mit Hilfe der Guajacreaktion.

Eine der ältesten Oxydasen- („Oxygenasen"-) nachweise wird mittels der Guajactinktur geführt. Die im Guajacharz zu etwa 70,3 % enthaltene Guajaconsäure besteht aus der α-Guajacon- ($C_{22}H_{26}O_6$) und β-Guajaconsäure. Durch Oxydation der α-Guajaconsäure bildet sich das Guajacblau ($C_{22}H_{24}O_9$). Näheres über die Guajacprobe ist bei H. Kaho (9) zu finden, der sie bei Kartoffeln zur Diagnose des Abbaus benutzen wollte.

Hier angewandte Methodik.

Benutzt wurde eine 0,5 bis 0,75 %ige Lösung von Guajacharz in reinem absoluten Alkohol. Das Guajacharz wurde in 2 %iger alkoholischer Lösung von R. Schering bezogen (Kat. Nr. 01747). Zu je 2 ccm des in Reagenzgläsern befindlichen wässerigen Auszuges von keimenden Weizenkörnern verschiedener Sorten wurden 0,5 ccm der Guajacharzlösung mit einer feinen Pipette vorsichtig so zugegeben, daß die Guajaclösung zunächst als feine Schicht über dem wässerigen Körnerauszug schwamm. Der wässerige Auszug aus den Weizenkörnern wurde in der oben beschriebenen Art (vgl. S. 269) gewonnen. Nachdem die Zugabe der Guajaclösung zu einer Reihe von Reagenzgläsern erfolgt war, wurden sie rasch hintereinander umgeschüttelt und der Eintritt (wie die Art) der Färbung beobachtet. Die Reaktion wurde im allgemeinen bei + 20° C durchgeführt.

Ergebnisse.

In dem wässerigen Körnerauszug bildet sich sehr rasch nach Zugabe des Guajacharzes an der Berührungsstelle der beiden Flüssigkeiten eine — je nach Sorte — verschieden stark blau gefärbte Zone. Nach dem Umschütteln tritt die Färbung der Lösung sortenverschieden rasch und verschieden stark ein. Die Reaktionen verlaufen aber bei der gleichen Sorte und der gleichen Saatgutherkunft nicht immer ganz gleich. Tritt die Reaktion sehr rasch ein, so bildet

Übersicht VII. Guajacprobe an wässerigen Kornauszügen

	Dahlemer Ernte 1934 Versuch vom 15. II. 37	Dahlemer Ernte 1935 Versuch vom 22. V. 36	25. V. 36	14. V. 36	17. XII. 36	4. II. 37	Febr. 37	20
Raeckes S 3		—	nach 25 Min. schw. blau	langsam schw. blau			sof. sehr schw. grünblau	
Lohmanns Kolben	1/2	mittelschwach blau	sofort blau		3	sofort blau	sofort blau	sof
Svalöfs Extra		mittelschwach blau	nach 6 Min. blau		3		sofort blau	sof
Nordost SW.			nach 2 Min. blau	rasch blau			sofort tiefblau	ti
Janetzkis früher	2				3	sofort blau	sofort schw. blau	
Heines Kolben	2/3	mittelschwach blau	—		2/3	sofort blau		
Adlungs Alemannen	1/2	—	nach 6 Min. schw. blau		—	langsam blau	—	sof
Hohenheimer Franken	1/2				—	sehr langsam schw. grün	—	sch
Derenburger weißähriger	2/3	—	—	langsam schw. blau			—	
Lichtis SW.	2/3				3		sofort blau	
Heines Germania	—	—			—	sofort tiefblau	—	
Eglfinger Hohenstaufen	1				1		sofort blau	
Peragis	1				—	—	—	
v. Rümkers S. Dk.	—	—		langsam blau	—	sofort blau	sofort blau	
Kesslers früher roter	—/1	—		langsam blau	—		—	sofo
v. Kamekes Streckenthiner	2	sof. tiefblau	sof. tiefblau	rasch blau			sofort blau	sofo
N.O.S. Nordgau	—/1				—/1		sofort schw. blau	
Strubes Bordeaux	—/1				—	—	—	
Hörnings Wohltmanns grüne Dame		—					—	
Heines deutscher Hart		—	—	—				
Garnet		sehr rasch blau		sehr rasch blau				
Mahndorfer Burgunder		—	—	langsam blau			—	

on Sommerweizen *(Tr. vulgare)* Dahlemer Ernte 1934—1937.

	Dahlemer Ernte 1936						Dahlemer Ernte 1937		Keimgeschwindigkeit
	Versuch vom						Versuch vom		
V. 37	26. V. 37	4. VI. 37	Sommer 37	1937	1937	8. VI. 37	12. XI. 37	10. III. 38	
					—	grün	—	grün	nicht festgestellt
blau						grün	dunkelgrün	sofort blau	schnell
blau	sofort schw. grün		sofort grünblau	sofort blau	schwach grün	tief blaugrün	grün	sofort blau	schnell
ort blau					sofort blau	tiefblau	dunkelgrün	sofort blau	nicht festgestellt
	sofort tiefblau	sofort tiefblau		sofort tiefblau	grün	tiefblau	grün	sofort blau	schnell
			sofort blau		grün	blau	grün	sofort blau	schnell
blau	sofort blau		sofort grünblau	sofort blau	—	grün	hellgrün	blau	langsam
ort blau	sofort grün		—	sofort schw. blau	—	schwach grün	—	grün	mittel
					—				langsam
ort blau					langsam blau	tiefblau	hellgrün	sofort blau	schnell
—			—		—	schwach grün	hellgrün	hellblau	langsam
ort blau					langsam blau	tiefblau	grün		nicht festgestellt
—	sofort blau	sofort hellblau	—	sofort schw. blau	fast —	blau (wiederh. langs. grünbl.)	hellgrün	—	mittel
—	—	—	—	schwach grün	—	—	—	grün	mittel
blau					—	blau	hellgrün	1× hellgrün 1× hellblau	schnell
blau					langs. blau	blau	blau		nicht festgestellt
						blau	grün	blau	nicht festgestellt
	sofort grün		—	sofort blau		schw. grün	grün	grün	langsam
					—	—			schnell
						grün	—	blau	nicht festgestellt
					sofort blau				schnell
						blau	—	grün	nicht festgestellt

sich fast sofort nach dem Umschütteln eine tiefblaue Färbung (vgl. Farbaufnahme Nr. 6). Tritt sie langsamer ein, so kann man den Vorgang der Färbung von farblos über gelbgrün — grün — grünblau bis blau deutlich verfolgen. Nachdem der jeweilig tiefste Farbton erreicht ist, setzt durch Reduktion die Entfärbung der Lösung ein, welche die gleichen, eben geschilderten Farbstufen — nur rückwärts verlaufend bis zu einem fast strohgelben Endfarbton zeigt. Kaho (9) glaubte aus dieser verschieden langen Reduktionszeit auf den Abbauzustand der Kartoffelknolle schließen zu können. Bei den hier geschilderten Versuchen mit Weizen dauerte die Entfärbung der Lösung sehr verschieden lange Zeit, von etwa 10 Minuten bis 3 und mehr Stunden. Da es aber sehr schwer zu erkennen ist, wann der Reduktionsvorgang sein Ende erreicht hat, wurde von einer Benutzung dieses Ablaufes der Reaktion bei den Untersuchungen abgesehen. Es soll hier nur auf die mit den sortenverschiedenen Oxydationsvorgängen zusammenhängenden Färbungserscheinungen, nicht auf die Entfärbungsvorgänge eingegangen werden. Das Ergebnis der in oben beschriebener Art vorgenommenen Guajacprobe an Saatgut der gleichen Herkunft (Dahlem), das aus 4 verschiedenen Erntejahren stammte, zeigt die Übersicht VII.

Wie oben bereits bemerkt, verlaufen die bei der gleichen Sorte und bei der gleichen Herkunft in der gleichen Art vorgenommenen Reaktionen nicht immer gleich. Nordost Sommerweizen, eine Sorte mit im allgemeinen starker Reaktion, zeigte am Saatgut der Ernte 1936 nach dem Umschütteln sofort einen blauen bis tiefblauen Farbton, 1937 schwankt er zwischen dunkelgrün bis blau. Janetzkis früher, eine Sorte mit gleichfalls meist starker Reaktion, ergab am Saatgut 1936 eine Färbung von grün über schwachblau bis tiefblau (blau überwiegt), am Saatgut 1937 grün bis blau. Die Gründe für den schwankenden Ausfall der Reaktion können verschiedener Art sein. Zunächst einmal ist darauf hinzuweisen, daß es sich beim Guajacharz ja nicht um einen chemisch eindeutig definierten Körper, sondern um ein „Naturprodukt" handelt. Die Zusammensetzungen der von R. Schering bezogenen Lösungen ändern sich zweifellos, wie sich bei der Benutzung verschiedener Lösungen am gleichen Körnerauszug zeigte[1]). Außer dieser chemisch verschiedenen Zusammen-

[1]) Mit Lösungen, die sehr lange (auch fest verschlossen) gestanden haben, kann u. U. die Reaktion ganz ausbleiben. Es empfiehlt sich daher, möglichst frische Guajacharzlösungen zu benutzen.

setzung des Reagens wird aber auch die in den verschiedenen Erntejahren nicht gleiche chemische Zusammensetzung der Körner für den schwankenden Ausfall der Reaktion verantwortlich zu machen sein.

Überblickt man einmal die für die einzelnen Sorten oben angegebenen Reaktionen, so wird man aber doch feststellen müssen, daß auch bei der Guajacprobe eine bestimmte Abhängigkeit von der Sorte festzustellen ist. So sind Janetzkis früher, Lohmanns Kolben, Lichtis Sommerweizen, v. Kamekes Streckenthiner und Garnet Sorten, bei denen die Reaktion fast immer und meist sehr stark auftritt. Hohenheimer Franken, Peragis, v. Rümkers Sommerdickkopf, Hörnings Wohltmanns grüne Dame auf der anderen Seite zeigen meist keine oder nur eine sehr schwache Reaktion. Die von der Norm abweichenden Reaktionen dieser Sortengruppe sind verhältnismäßig selten. So zeigte von Rümkers Sommerdickkopf in 13 von 15 Fällen eine fehlende oder schwache, nur 2 mal eine starke Reaktion. Es kann nicht gesagt werden, worauf die „Abweichungen" zurückzuführen sind, die besonders in der Sortengruppe mit fehlender oder schwacher Guajacreaktion auftreten. Nachdem v. Szent-Györgyi (18) gezeigt hat, daß zur Bläuung des Guajacs Oxydasen nicht unbedingt erforderlich sind, kann man annehmen, daß vielleicht durch zufällig aufgetretene Verunreinigungen im Reagenzglas die Guajacbläuung dazwischen auch bei den Sorten eintreten kann, in deren Kornextrakt die Oxydase zu fehlen scheint, auf deren Wirkung die Guajacbläuung im allgemeinen zurückgeführt wird.

Versuche, welche eine Temperaturabhängigkeit der Guajacreaktion zeigten, sprechen m. E. dafür, daß am Zustandekommen der Färbung thermolabile Fermente beteiligt sein müssen. So wurden wäßrige Kornauszüge von Janetzkis frühem, Peragis und von Rümkers Sommerdickkopf in Reagenzgläsern in einem Versuch eine Stunde, in einem anderen eine halbe Stunde auf + 70° C gehalten. Während die unbehandelten Kontrollreagenzgläser sehr rasch die für Janetzkis frühen Sommerweizen charakteristische tiefblaue Färbung zeigten, unterblieb sie in den behandelten, in denen nur langsam eine grüne bis grünblaue Färbung eintrat. Wenige Tropfen 0,25 % H_2O_2 riefen aber dann auch bei ihnen eine dunkelblaue bis blaue Färbung hervor, die durch Peroxydasen bewirkt sein könnte, welche durch Temperaturen von + 70° C ihre Wirksamkeit nicht wie die Oxydasen verlieren.

Sortenverschiedene Guajacbläuung wurde nicht nur bei Sorten von *Tr. vulgare*, sondern auch bei *Tr. spelta*, *Tr. durum*, *Tr. monococcum*, *Tr. persicum* und *Tr. dicoccum* festgestellt.

Mit Hüllspelzen von Sommerweizensorten wurde vergeblich versucht, eine Guajacbläuung zu erzielen. Es sei in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, daß sowohl mit Phenol, als auch mit Tyrosin bei Hüllspelzen eine Reaktion erzielt wurde.

Auch bei der Prüfung der Herkunftswirkung ergaben sich ganz andere Verhältnisse als bei den anderen bisher besprochenen Fermentreaktionen. Die für die einzelnen Sorten typische Guajacbläuung verwischte sich vollkommen bei Benutzung verschiedener Herkünfte der gleichen Sorte aus den Erntejahren 1936 und 1937. So ergaben sich bei verschiedenen Herkünften von Peragis Sommerweizen und von v. Rümkers Sommerdickkopf, also Sorten, die bei Prüfung gleicher Herkunft keine oder nur eine schwache Reaktion zeigten, verschiedenste Reaktionen, von fehlender oder schwacher (gelbgrün) bis zur starken Reaktion.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß mit Hilfe der Guajacprobe zwar sortentypische Unterschiede in Art und Schnelligkeit der Reaktion am wässerigen Kornauszug nachgewiesen werden können, doch gelingt es nur bei Benutzung von Saatgut einheitlicher Herkunft für alle zum Vergleich herangezogenen Sorten. Da aber auch bei Benutzung der gleichen Herkunft noch nicht geklärte Schwankungen in der Reaktion besonders derjenigen Sorten eintreten, die keine oder nur langsame und schwache Bläuung der Guajacharzlösung hervorrufen, ist auf möglichst genaue Gleichhaltung aller Faktoren zu achten, welche das Ergebnis der Reaktion beeinflussen können (Temperatur, Wasserzugabe, Guajacharzlösung). Man kann erst dann von einer fehlenden oder schwachen Reaktion gegenüber der Guajacprobe sprechen, wenn die Sorte sie in mehrfachen Prüfungen wiederholt gezeigt hat.

Ganz kurz sei noch auf eine bei den untersuchten Sorten festzustellende Beziehung eingegangen, die möglicherweise zwischen Keimgeschwindigkeit und Oxydasentätigkeit (beurteilt nach der Guajacprobe) bestehen könnte. Zu den Sorten mit starker Guajacreaktion gehören meist (nicht ausnahmslos) solche, deren Keimgeschwindigkeit auf Grund früherer Untersuchungen (20) als schnell festgestellt wurde. Sorten mit langsamer oder mittlerer Keimgeschwindigkeit dagegen zeigen fehlende oder schwache

Guajacbläuung. Da aber auch Ausnahmen von diesen Beziehungen zu finden sind (vgl. Übersicht VII, Angabe über Keimgeschwindigkeit ganz rechts), kann erst auf Grund weiterer Untersuchungen Endgültiges über das Zutreffen der besprochenen Beziehungen gesagt werden.

Irgendeine Beziehung zur Phenolfärbung ist nicht festzustellen. —

An weiteren „Oxydasen"reaktionen wurden angewandt:

1. α-Naphthol (nach Molisch 13, S. 318). Benutzt wurde eine 15%ige alkoholische Naphthollösung, die bis zur beginnenden Ausscheidung von Naphthol mit Wasser verdünnt wurde. Zu je 100 ccm dieser Lösung wurde 1 ccm 0,05 % H_2O_2 zugegeben. Diese Lösung gibt nach Molisch in oxydasehaltigen Zellen eine blaue, allmählich verblassende Färbung. Bei Weizen gaben die vorgekeimten Körner in Reagenzgläsern keine Reaktion, es trat nur eine leichte Trübung der Lösung ein. In Petrischalen ausgelegt, trat 4 Tage nach Zugabe zu den Körnern keine charakteristische Färbung ein. Nur der den Embryo umfassende Teil des Kornes war — ohne deutliche Sortenunterschiede — braun gefärbt.

2. 5 %ige Parakresollösung zu gleichen Teilen gemischt mit 1 %ig H_2O_2 (und auch ohne H_2O_2). In Anwendung wie bei der Kornphenolfärbung färbte sich bei + 20° C die den Embryo enthaltende Kornhälfte braun bis dunkelbraun ohne deutliche Sortenunterschiede. Nach fünf Tagen hatte auch die andere Kornhälfte eine leichte hellbraune Färbung angenommen.

3. Die sog. „Nadi"reaktion. Hierbei handelt es sich um eine Mischung von α-Naphthol und p-Phenylendiamin. (Nach den Anfangsbuchstaben der beiden Verbindungen der Kürze halber allgemein als „Nadi" bezeichnet; Näheres vgl. Péterfi, Bd. I, S. 965 und Tunmann-Rosenthaler, S. 695). Die Lösung wurde folgendermaßen hergestellt: 90 ccm p-Phenylendiamin-chlorhydrat 0,5 %ig, 10 ccm α-Naphthollösung (4 %ig in 50 %igem Alkohol), 140 ccm Pufferlösung mit einem pH-Wert von 6,2.

Zu den in Reagenzgläsern befindlichen vorgekeimten Weizenkörnern wurde 1 ccm der Lösung gegeben. Nach etwa 24 Stunden war die zunächst farblose Lösung über den Körnern durch Oxydasenwirkung ohne Sortenunterschiede blau gefärbt. Auch die Körner der verschiedenen Sorten zeigten blauschwarze, nicht sortenunterschiedliche Färbung.

Trotzdem die Ergebnisse mit der Sortenunterscheidung durch die drei vorgenannten Reagentien negativ waren, sollten sie wenigstens kurz erwähnt werden, da ihre Anwendung vielleicht bei anderen Kulturpflanzen möglich ist.

Peroxydasennachweis beim Weizen.

Bei keimenden Weizenkörnern ist verschiedentlich Peroxydasengehalt festgestellt, seine Veränderung im Laufe der Keimung verfolgt worden (siehe die zusammenfassende Übersicht in : Lehmann und Aichele 10, S. 571 u. f.). Die von den verschiedenen Autoren benutzte Pyrogallollösung ist auch hier zu den sortenkundlichen Untersuchungen benutzt worden. Darauf wird noch weiter unten einzugehen sein. Zunächst sollen die Ergebnisse der Arbeiten mit Benutzung des von R. Willstätter und H. Weber (24) ausgearbeiteten Peroxydasenachweises mittels Oxydation des Leucomalachitgrüns in das Malachitgrün besprochen werden.

Peroxydasenachweis mit Leucomalachitgrün.

Angewandte Methodik.

Nach der Auffassung von R. Willstätter und H. Weber (24, S. 159) ist diese bereits seit langem bekannte Reaktion zum Nachweis der Peroxydase durchaus geeignet. Es bildet sich nämlich unter Peroxydasewirkung aus dem Leucomalachitgrün durch Oxydation das Malachitgrün. Nach der von Willstätter und Weber entwickelten Vorschrift werden 10 mg Leucomalachitgrün in 100 ccm 0,3 %iger n/20 Essigsäure bei + 20° C gelöst. Diese Lösung, die praktischerweise gleich in größeren Mengen hergestellt wird, wurde folgendermaßen gewonnen: 100 mg Leucomalachitgrün werden im Reagenzglas mit 1 ccm aqu. dest. und 3 ccm Eisessig zerdrückt und geschüttelt. Dann wird auf 1000 ccm aqu. dest. aufgefüllt, die Lösung die Nacht über stehengelassen und dann filtriert. Diese Lösung hält sich, ohne grün zu werden, im Dunkeln längere Zeit. Kurz vor Gebrauch werden zu 100 ccm 2 ccm 0,85 % krist. Natriumacetatlösung + 1 ccm H_2O_2, 0,025 %ig hinzugefügt.

In Abänderung dieser Vorschrift wurde in den meisten hier durchgeführten Reaktionen statt der Natriumacetatlösung die gleiche Menge 10 %igen Äthylalkohols und 3 ccm H_2O_2, 0,025 %ig (aus reinem Perhydrol, Merck) genommen. Außerdem wurde statt 100 mg Leucomalachitgrün die doppelte Menge gelöst.

Ergebnisse der Reaktion.

Bei den ersten, mit Saatgut Dahlemer Ernte 1935 vorgenommenen Untersuchungen wurde das Reagens genau nach den Angaben von Willstätter und Weber benutzt (nur, daß kein umkristallisiertes Leucomalachitgrün, sondern das übliche, im Handel käufliche Präparat zur Verwendung kam). Nach einigen Vorversuchen wurde die Reaktion mit den 24 Stunden vorgekeimten Weizenkörnern in Reagenzgläsern durchgeführt, in die zu je 10 Körnern (in dreifacher Wiederholung) je 1 ccm der Lösung gegeben wurde. Die Versuche wurden bei einer Raumtemperatur von etwa + 20° C durchgeführt. Sehr bald nach Zugabe der Lösung trat in der Nähe des Embryos die erste Grünfärbung auf, die sich zunehmend verstärkte und allmählich am ganzen Korn sichtbar wurde. Am stärksten färbten sich die in den Gläsern zu oberst liegenden Körner. Das Ergebnis eines dieser ersten Versuche geht aus Übersicht VIII, erste Spalte links, hervor. In der Intensität und Geschwindigkeit der Färbung (beurteilt nach der Stärke mit — bis 3) zeigten sich zwischen den verschiedenen Sorten deutliche Unterschiede (vgl. Farbaufnahme Nr. 7). Doch fiel auf, daß bei der gleichen Sorte und der gleichen Herkunft dazwischen ein Ausbleiben der Reaktion eintrat, dessen Ursachen unklar waren. Auch war die Sicherheit der Beurteilung infolge der relativ zarten Farbausprägung nicht so groß wie z. B. bei der Tyrosinasereaktion.

Nach mehrfachen Versuchen mit verschiedenen H_2O_2-Konzentrationen und Zugabe von 10 %igem und 20 %igem Äthylalkohol (statt Natriumacetat) wurde schließlich für die weiteren Versuche die oben genannte Zusammensetzung der Lösung als die zweckmäßigste gewählt, da sie die stärksten Färbungen ergab. Die weiteren Versuchsergebnisse mit dieser Lösung sind aus der Übersicht VIII zu ersehen. Die starke Reaktion der mehrfach geprüften Sorte Janetzkis früher gegenüber Peragis und v. Rümkers Sommerdickkopf zeigt, daß man auch in der Peroxydasentätigkeit sortentypische Unterschiede nachweisen kann. Doch waren die Schwankungen der Reaktionen bei dem hier gewählten Nachweis mit Leucomalachitgrün, wie auch eine Durchsicht der Übersicht VIII zeigt, noch relativ stark.

Nach Zugabe der mit Äthylalkohol versetzten Lösung zu den Körnern färben sich nun nicht nur die Körner, sondern es beginnt sich in sortenverschiedener Weise auch die Lösung selbst grün zu färben. Peragis und v. Rümkers Sommerdickkopf z. B. zeigten bei

Übersicht VIII[1]).

Peroxydasenachweis am Korn mit Leucomalachitgrün (bei Zimmertemperatur).

(In den ersten beiden Spalten Ergebnisse mit Leucomalachitgrün nach Willstätter, in den übrigen mit der auf S. 334 genannten Zusammensetzung.)

Beurteilt nach	Dahlem. Ernte 1935	Dahlemer Ernte 1936							Dahlem. Ernte 1937
Stunden	30	48	24	24	24	24	54	20	4
Versuch vom	21. 5.	17. 12. 1936	20. 5. 1937	29. 5. 1937	4. 6. 1937	5. 6. 1937	11. 6. 1937	26. 5. 1937	15. 6. 1938
Raeckes S 3 . .	—								—
Svalöfs Extra . .	2	3	1/2	6:2/3 4:1/2			1	1	1/2
Lohmanns Kolben		3	2					2	2
Nordost SW. . .	—/1		1/2				2	1	2
Janetzkis früher .		3/2	3	7:2 3:1/2	3	7:2 3:1/2	4:3 3:2/1	1/2	1/2
Heines Kolben .	1	2/3	1				1	2/3	2/3
AdlungsAlemannen	—	—	1/2	10:2			—/1	2	—/1
Hohenheimer Franken . . .		—/1 1:2	1/2	10:—/1				—/1	—
Peragis		—/1	—/1	10:—/1	2:—/1 2:1/2	9:1 1:1/2	5:—/1 2:1/2	—/1	—
v. Rümkers Sommer-DK. .	—	—/1	—/1	10:—	—	9:— 1:1/2		—	—
Heines Germania	1:— 1:1	1/2	1				—	—/1	—
Kesslers fr. roter .	2	1/2	2					2/3	2
N. O. S. Nordgau	2	2/3	2				2	2	2/3
Mahndorfer Burgunder			—/1					—	2
Strubes Bordeaux		wechs.	—/1	9:2 1:1				—/1	2
Heines dtsch. Hart.	—		1/2					—/1	—

[1]) Die Zahl vor der mit —, 1, 2 und 3 vorgenommenen Farbbeurteilung bedeutet die Zahl der Reagenzgläser.

Fortsetzung der Tabelle.

Beurteilt nach	Dahlem. Ernte 1935	Dahlemer Ernte 1936							Dahlem. Ernte 1937
Stunden	30	48	24	24	24	24	54	20	4
Versuch vom	21. 5.	17. 12. 1936	20. 5. 1937	29. 5. 1937	4. 6. 1937	5. 6. 1937	11. 6. 1937	26. 5. 1937	15. 6. 1938
v. Kamekes Streckenthiner	2		2					2	
Garnet	3								
Wohltmanns gr. D.		—	—/1					—	
Eglfinger Hohenst.			3				1/2	2/3	
Bensings Allerfr.				10:2				—/1	1/2
Dometzkoer Germania							—	—	

schwacher Kornfärbung auch eine nur schwache oder fast fehlende Färbung der über den Körnern stehenden Lösung, Janetzkis früher Sommerweizen rief dagegen eine stark grüne Färbung der an sich farblosen Leucomalachitgrünlösung hervor (vgl. Farbaufnahme Nr. 8). So ergab sich bei einem am 4. 6. 1937 mit je 50 vorgekeimten Körnern (Dahlemer Ernte 1936) durchgeführten Versuch (Temperatur + 19° bis + 20° C) folgende Färbung der Lösung über den Körnern:

Janetzkis früher S.W.	3	1 Stunde nach Zugabe der Lösung
Peragis Sommerweizen:	1	
v. Rümkers Sommer-DK.:	—	

Die Wiederholung des gleichen Versuches mit je 100 vorgekeimten Körnern am 5. 6. 1937 ergab folgende Färbung:

Janetzkis früher SW: 10 Reagenzgläser mit je 10 Körn. 2/3
Peragis Sommerweizen: 4 „ —/1; 3:1 3:2
v. Rümkers Sommer-DK.: 10 „ —
(1 Std. nach Zugabe der Lösung beurteilt).

Durch die Wahl höherer Temperaturen (bis + 40° C) wurde zwar die Geschwindigkeit der Reaktion in der Lösung erhöht, eine Verbesserung der Ergebnisse wurde aber nicht erzielt. Von weiteren Versuchen in dieser Richtung wurde daher abgesehen.

Auch an den wässerigen Kornauszügen (Art der Gewinnung (vgl. S. 269) läßt sich ein sortenverschiedener Ausfall der Peroxydasenreaktion mit Leucomalachitgrün zeigen (zu 2 ccm des Auszuges werden 0,5 ccm der Leucomalachitgrünlösung gegeben).

Die Färbung trat bei wiederholten Versuchen nicht immer gleich schnell — manchmal sofort, manchmal im Laufe von einer halben bis einer Stunde ein. Zu den Sorten mit schwacher bis fast fehlender Reaktion gehören auch bei ihrer Durchführung am wässerigen Kornauszug Peragis und von Rümkers Sommerdickkopf. Mittlere bis schwache Färbung zeigte Janetzkis, starke von Kameckes Streckenthiner Sommerweizen. Aber auch bei dieser Art des Peroxydasennachweises traten die oben bereits erwähnten Abweichungen auf. So zeigten $1^3/_4$ Stunden nach Zugabe zu den wässerigen Kornauszügen von 7 Reagenzgläsern

der Sorte Eglfinger Hohenstaufen eine Färbung in der Stärke von 1/—: 6, von 2 : 1 Reagenzgläser

der Sorte Heines Germania eine Färbung in der Stärke von —: 7 Reagenzgläser

der Sorte Dometzkoer Germania eine Färbung in der Stärke von —: 6; von 1/2 : 1 Reagenzgläser

der Sorte Svalöfs Extra eine Färbung in der Stärke von 1 : 5, von 2 : 2 Reagenzgläser

der Sorte Nordost Sommerweizen eine Färbung in der Stärke von 2/3 : 3, von 1/—: 4 Reagenzgläser

(Versuch vom 12. 6. 1937 mit Dahlemer Ernte 1935).

Schluß und Farbtafel folgen.

Über die Hartschaligkeit von Robiniensamen und eine Methode zu ihrer Beseitigung.

Von

Gustav Gaßner.

Die Anzucht der für Kleinasien besonders wichtigen *Robinia pseudacacia* L. stößt dadurch auf gewisse Schwierigkeiten, daß die Samen in sehr hohem Maße hartschalig sind. Die nachstehend mitgeteilten Untersuchungen verfolgten den Zweck, eine Methode auszuarbeiten, welche mit einfachsten Mitteln die Aufhebung der Hartschaligkeit und damit eine schnelle und gleichmäßige Keimung der behandelten Samen gewährleistet.

Die Hartschaligkeit der Samen, insbesondere der Leguminosensamen, ist seit langem Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen. Für die Zwecke der vorstehenden Arbeit genügt es, auf

die Untersuchungen von I. Esdorn[1]) und ihren Schülern, unter diesen insbesondere auf Gehlsen[2]) hinzuweisen, in dessen Arbeit auch die für die behandelte Frage in Betracht kommende Literatur vollständig zusammengestellt ist.

Das Zustandekommen der Hartschaligkeit hat einerseits die Neigung der betreffenden Pflanzenart zur Entwicklung dieser Eigenschaft, andererseits die Einwirkung ganz bestimmter Außenfaktoren zur Voraussetzung. Die Beobachtung, daß die in Anatolien geernteten Robiniensamen zu 100 % hartschalig werden, läßt keinen Zweifel daran, daß wir *Robinia pseudacacia* zu denjenigen Leguminosen stellen müssen, die besonders zur Hartschaligkeit neigen; andererseits kann es aber auch nicht zweifelhaft sein, daß die klimatischen Verhältnisse Anatoliens die Entwicklung der Hartschaligkeit ganz besonders begünstigen. Nach den Feststellungen von I. Esdorn an Samen der gelben Lupine verursacht Aufenthalt in warmer und trockener Luft hartschalige Samen, während die Vermeidung bzw. der Verlust der Hartschaligkeit an die Einwirkung kühler und feuchter Luft gebunden scheinen.

Die im folgenden wiedergegebenen Versuche sind mit Samen durchgeführt, die in Ankara bzw. der näheren Umgebung der Stadt Ankara (Gazi Çiftlik), also unter ariden Bedingungen, geerntet sind. Die mittlere relative Luftfeuchtigkeit sinkt hier in den Monaten Juni bis September in den Mittagsstunden auf 42,0, 30,0, 23,6, 26,8 %; die durchschnittliche sommerliche Luftfeuchtigkeit kann mit 42 % angenommen werden[3]). Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß diese Bedingungen das Entstehen der Hartschaligkeit in extremer Weise fördern.

Auch in Ankara sind die Samen von *Robinia* nicht von vornherein hartschalig; sie werden es aber sehr bald, wie die in Tabelle 1 zusammengestellten Versuche zeigen. Die Hülsen der Robinien öffnen sich erst im Spätsommer des folgenden Jahres, so daß während

---

[1]) Esdorn, I., Der Einfluß der Lagerung auf die Keimfähigkeit der gelben Lupine. Fortschr. d. Landw. 3, 1928, S. 346—363. — Dieselbe, Untersuchungen über die Hartschaligkeit der gelben Lupine. Wiss. Archiv f. Landw., Abt. A, Pflanzenbau, 4, 1930, S. 497—549.

[2]) Gehlsen, C. A., Über Mittel zur Behebung der Hartschaligkeit bei *Lupinus luteus* und einigen anderen Leguminosen. Dissertation Hamburg 1931, 38 S.

[3]) Christiansen-Weniger, F., Die Grundlagen des türkischen Ackerbaues, Leipzig, 1934, S. 35.

der Sommermonate meist diesjährige und vorjährige Samen gleichzeitig an demselben Baum vorhanden sind. Mit solchen diesjährigen und vorjährigen Samen desselben Baumes sind die in Tabelle 1 wiedergegebenen Versuche durchgeführt. (Feuchtes Filtrierpapier als Keimbett, Keimtemperatur 20—26°.)

Tabelle 1.

Keimverhalten vorjähriger und diesjähriger Robiniensamen (Ernte desselben Baumes). Versuche im August 1935.

Samenalter	Samen entnommen am	Aufbewahrung bzw. Vorbehandlung	zur Keimung ausgelegt am	Keimung %	Keimbeginn (Tage)	durchschn. Keimdauer (Tage)
diesjährige S. (Blüte 1935)	5. VIII. 35	—	5. VIII. 35	58	7	25,2
diesjährige S. (Blüte 1935)	5. VIII. 35	3 Tage Zimmertemp.	8. VIII. 35	82	6	18,5
diesjährige S. (Blüte 1935)	5. VIII. 35	15 Tage Zimmertemp.	20. VIII. 35	41	3	15,8
diesjährige S. (Blüte 1935)	20. VIII. 35	—	20. VIII. 35	3	9	(10,3 ?)
vorjährige S. (Blüte 1934)	5. VIII. 35	—	5. VIII. 35	0	∞	∞
vorjährige S. (Blüte 1934)	5. VIII. 35	15 Tage Zimmertemp.	20. VIII. 35	1	3	?
vorjährige S. (Blüte 1934)	20. VIII. 35	—	20. VIII. 35	0	∞	∞
vorjährige S. (Blüte 1934)	5. VIII. 35	Samen gekappt	5. VIII. 35	100	2	2,0
vorjährige S. (Blüte 1934)	20. VIII. 35	Samen gekappt	20. VIII. 35	99	2	2,1
vorjährige S. (Blüte 1934)	20. VIII. 35	Samen leicht geritzt	20. VIII. 35	78	2	5,7

Die Versuchsergebnisse zeigen, daß die diesjährigen Samen (Blüte 1935) zunächst höchstens zu einem mittleren Prozentsatz hartschalig sind, und daß auch eine 15tägige Lagerung bei Zimmertemperatur die Hartschaligkeit nicht wesentlich steigert; die gleiche Zeitspanne bewirkt aber im Freien bereits ein Heraufschnellen der Hartschaligkeit auf fast 100 %. Die von dem gleichen Baum entnommenen vorjährigen Samen (Blüte 1934) sind 100 proz. hartschalig.

Dieses Verhalten der Robiniensamen ist uns heute auf Grund der Untersuchungen von I. Esdorn über die Gesetzmäßigkeiten bei der Entwicklung der Hartschaligkeit ohne weiteres verständlich. Durch die Feststellung, daß vorjährige Samen in höherem Maße hartschalig sind als diesjährige, erklärt sich zunächst, daß in der gärtnerischen Praxis nach Möglichkeit nur diesjährige Samen zur Aussaat verwendet werden.

In der vorstehenden Tabelle 1 sind nun gleichzeitig bereits einige Versuche wiedergegeben, in denen durch Kappen eine schnelle und vollständige Keimung der hartschaligen Samen erzielt wurde. Das Kappen erfolgte durch Abschneiden einer kleinen Kappe an dem dem Nabelende entgegengesetzten Teil des Samens. Leichtes Ritzen wirkte nur unvollständig, wie nicht nur die geringen Keimprozente, sondern auch der schleppende Keimverlauf zeigen.

Verletzungen der Samenschale stellen ein seit langem bekanntes Hilfsmittel zur Aufhebung der Hartschaligkeit dar. Für die Praxis scheidet das Verfahren der Einzelbehandlung der Samen aus naheliegenden Gründen aus. Die Massenbehandlung der Samen auf mechanischem Wege ist nur durch geeignete maschinelle Einrichtungen möglich, wofür jedoch die technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen fehlen dürften. Auch erscheinen solche mechanischen Verfahren insoweit nicht unbedenklich, als bekannt ist, daß geritzte Leguminosensamen vielfach anomale oder zerbrochene Keime hervortreten lassen[1]).

Von anderen Verfahren zur Aufhebung der Hartschaligkeit finden wir in der Literatur an erster Stelle die Behandlung der Samen mit Schwefelsäure angegeben. Auch Gehlsen (a. a. O.) empfiehlt „in Übereinstimmung mit älteren Autoren .... konzentrierte Schwefelsäure als bestes Mittel zur Beseitigung der Hartschaligkeit .... Die curative Dosis liegt auch bei hartschaligen Samen zwischen 80 und 100 Minuten".

In Tabelle 2 sind einige Versuche mit Schwefelsäurebehandlung hartschaliger Robiniensamen zusammengestellt; zu Vergleichszwecken haben gleichzeitig auch Parallelversuche mit gekappten Samen Aufnahme gefunden.

[1]) Siehe I. Esdorn, Untersuchungen über anomale Kleekeimungen. Landw. Versuchsstationen 112, 1931, S. 103—114. Hier auch weitere einschlägige Literatur.

Tabelle 2.

Wirkung der Schwefelsäurebehandlung auf hartschalige Robiniensamen.

Nr.	Behandlung	Keimung %	Keimbeginn (Tage)	Durchschn. Keimdauer (Tage)
1	unbehandelt (Kontrolle)	0	∞	∞
2	$^1/_2$ Std. konz. Schwefelsäure, abgespült, getrocknet.	14	4	6,5
3	1 Std. konz. Schwefelsäure, abgespült, getrocknet	24	3	5,6
4	$1^1/_2$ Std. konz. Schwefelsäure, abgespült, getrocknet.	29	3	4,9
5	wie 4, vor dem Auslegen gekappt . .	98	2	2,1
6	unbehandelt (Kontrolle)	0	∞	∞
7	Samen gekappt	100	2	2,1

Während gekappte Samen innerhalb von 2 Tagen zu 100 % auskeimen, löst die Schwefelsäurebehandlung nur Keimungen bis zu 29 % aus; auch zeigt der in Vergleich zu den gekappten Samen stark verlangsamte Keimverlauf, daß die Wirkung der Schwefelsäure recht unzulänglich ist, obwohl die von Gehlsen für „stark hartschalige" Samen angegebene Behandlungsdauer von 80 bis 100 Minuten durchgeführt wurde. Schädigungen durch Schwefelsäure wurden nicht beobachtet; denn auch die $1^1/_2$ Stunden in konzentrierter Schwefelsäure gehaltenen Samen keimten schnell und zu annähernd 100 % aus, wenn sie vor dem Auslegen ins Keimbett gekappt wurden (Versuchsreihe 5 von Tab. 2).

Die Hartschaligkeit der in Anatolien geernteten Robiniensamen erreicht also offensichtlich wesentlich höhere Grade als diejenige der z. B. von Gehlsen als „stark hartschalig" bezeichneten anderen Leguminosensamen. Nur in den Samen von *Albizzia falcata* hatte Gehlsen einen Fall kennen gelernt, in dem die Schwefelsäurebehandlung unbefriedigend und schlechter wirkte als die im folgenden besprochene Anwendung von Heißwasser zur Aufhebung der Hartschaligkeit.

In keinem Falle haben die in Ankara durchgeführten Versuche, die Hartschaligkeit der Robiniensamen durch Schwefelsäure-

behandlung zu beseitigen, Ergebnisse gebracht, welche diese für andere Leguminosensamen bewährte Methode für Robiniensamen geeignet erscheinen lassen könnten. Sie wurde deshalb fallen gelassen und die Lösung des Problems auf dem Wege der Heißwasserbehandlung versucht.

Die bisher mit Kochen hartschaliger Samen bzw. mit heißem Wasser durchgeführten Versuche (Literaturzusammenstellung und eigene Versuche siehe Gehlsen, a. a. O.) haben ergeben, daß eine derartige Behandlung nur in solchen Fällen Aussichten auf eine Anwendungsmöglichkeit bietet, in denen alle Samen einer bestimmten Probe hartschalig sind. Handelt es sich um ein Gemisch hart- und weichschaliger Samen, so kommt es bei den letzten zu einer unerwünschten starken Wasseraufnahme während des Behandlungsprozesses; die Empfindlichkeit dieser gequollenen Samen gegen höhere Temperaturgrade steigt dabei so stark an, daß sie durch die Wärmebehandlung abgetötet werden.

In dieser Hinsicht liegen nun bei den anatolischen Robinienherkünften keine Bedenken vor, da sich alle untersuchten Proben als einheitlich 100proz. hartschalig erwiesen. Es gilt dies zunächst für die aus dem vorhergehenden Jahre stammenden Samen; aber auch die jungen Samen des neuen Jahres sind, wie die weiter oben in Tabelle 1 angeführten Versuchsreihen zeigen, bereits von Ende August an praktisch hartschalig.

Die Versuche mit Heißwasserbehandlung an Robiniensamen wurden in der Weise durchgeführt, daß die Samen verschieden lange in kochendem Wasser (96° bei der Höhenlage Ankaras) bzw. in Wasser von 80° und 60° gehalten und anschließend daran durch Überführen in Wasser von Zimmertemperatur abgeschreckt werden. Ich halte eine solche Versuchsdurchführung mit zeitlich genau umgrenzter Wärmewirkung für geeigneter als den von anderen Autoren, so auch von Gehlsen (a. a. O., S. 32) gewählten Weg, die Samen in Wasser einer bestimmten Temperatur hineinzuwerfen und „das Ganze bei Zimmertemperatur auf 18—20° langsam abzukühlen". — Das Auslegen der behandelten Samen ins Keimbett erfolgte nach vorhergehendem Rücktrocknen. Eine in dieser Art durchgeführte Versuchsreihe ist in der linken Spalte von Tabelle 3 enthalten; auf die in der rechten Spalte dieser Tabelle gleichzeitig wiedergegebenen Versuche mit Natriumbikarbonatlösung wird erst später eingegangen.

Tabelle 3.
Vorbehandlung hartschaliger Robiniensamen mit Heißwasser und heißer Natriumbikarbonatlösung.

Vorbehandlung		Wasser			1 % Natriumbikarbonatlösung		
Temp.	Dauer	Keimung %	Keimbeginn (Tage)	Durchschn. Keimdauer (Tage)	Keimung %	Keimbeginn (Tage)	Durchschn. Keimdauer (Tage)
96° (Kochen)	10 Sek.	92	2	4,5	100	2	5,5
	30 „	95	2	5,8	99	2	3,3
	1 Min.	96	2	6,3	100	2	3,2
	5 „	100	2	4,5	100	2	2,6
80°	1 Min.	40	3	8,5	72	2	6,2
	5 „	84	2	8,0	86	2	5,7
	10 „	86	2	6,9	94	2	4,7
60°	1 Min.	4	3	(12?)	2	4	?
	5 „	0	∞	∞	2	2	?
	10 „	0	∞	∞	4	2	?
unbehandelt		0	∞	∞			
gekappt		100	2	2,1			

Es spricht für die außerordentliche Hartschaligkeit der in Anatolien geernteten Robiniensamen, daß eine 10 Minuten währende Heißwasserbehandlung mit 60° wirkungslos bleibt, und daß auch eine solche mit 80° noch keine vollen Keimprozente auszulösen vermag. Denn Gehlsen hat in seinen schon mehrfach erwähnten Versuchen überwiegend mit diesen Temperaturen, dabei gleichzeitig mit geringeren Einwirkungszeiten gearbeitet, da ja die Temperatur sofort nach dem Einbringen der Samen absank.

Wirklichen Erfolg brachte die Heißwasserbehandlung bei Robiniensamen erst dann, wenn kochendes Wasser (96°) Verwendung fand. Hier wurden auch bei kurzer Behandlungsdauer volle oder fast volle Keimprozente erzielt. Allerdings zeigt der Keimverlauf, daß auch diese Behandlung noch nicht als optimal anzusprechen ist; denn die durchschnittliche Keimdauer der gekochten Samen schwankt zwischen 4,5 und 6,3 Tagen, während diejenige der zu Kontrollzwecken gleichzeitig mitgeprüften gekappten Samen nur 2,1 Tage beträgt. Daß es sich bei der Keimverzögerung um eine unzureichende Wirkung der Kochbehandlung und nicht um Schädigungswirkungen durch die Behandlung handelt, zeigten dann weitere Versuche, in denen die gekochten Samen vor dem Auslegen ins Keimbett gekappt

wurden (siehe Tab. 4); die bis zu 5 Minuten gekochten Samen keimten nunmehr ausnahmslos und mit einer durchschnittlichen Keimdauer von 2,1 Tagen.

Tabelle 4.

Einfluß verschieden langen Kochens (96°) auf das Keimverhalten hartschaliger Robiniensamen.

Dauer des Kochens	Keimung %	Keimbeginn (Tage)	Durchschn. Keimdauer (Tage)	Bei Kappen der Samen nach dem Kochen		
				Keimung %	Keimbeginn (Tage)	Durchschn. Keimdauer (Tage)
0 (Kontrolle)	0	∞	∞	100	2	2,1
5 Minuten	95	2	4,7	99	2	2,1
10 Minuten	78	2	3,9	90	2	2,7
20 Minuten	26	2	4,3	28	2	4,2
40 Minuten	26	3	6,9	20	2	3,5

In dem Versuch von Tabelle 4 sind Kochdauern bis zu 40 Minuten zur Anwendung gekommen. Danach stellen 5 Minuten die obere Grenze der Kochdauer dar; der Abfall der Keimprozente, insbesondere auch derjenigen der nach dem Kochen und vor dem Auslegen ins Keimbett gekappten Samen (rechte Spalte von Tab. 4) läßt keinen Zweifel an dem Erreichen bzw. Überschreiten der Schädigungsgrenze.

Diese Schädigung erklärt sich dadurch, daß bei längerem Kochen bereits während des Kochens Wasser zu den inneren Samenteilen gelangt, wodurch naturgemäß die Wärmeempfindlichkeit stark steigt. Solche Samen machen sich äußerlich durch starke Quellung während des Kochens kenntlich. Werden nach längerer Kochdauer gequollene und ungequollene Körner getrennt ins Keimbett gelegt, so keimen nur die letzteren aus, während die gequollenen sich ausnahmslos abgetötet zeigen.

Ein nicht zu langes Kochen stellt also sicher ein wichtiges Hilfsmittel zur Aufhebung der Hartschaligkeit dar; als optimal ist die Methode jedoch noch nicht anzusprechen, da die Keimgeschwindigkeit immer noch zu wünschen übrig läßt und noch nicht die denkbar günstigsten Werte erreicht. Da eine Steigerung der Wirkung durch Verlängerung der Kochdauer über 5 Minuten hinaus im Hinblick auf die dann eintretenden Schädigungen nicht möglich ist, kann die wünschenswerte Verstärkung der Kochwirkung nur durch Zusatz chemischer Stoffe zur Kochlösung angestrebt werden.

Versuche, die Hartschaligkeit durch die Einwirkung chemischer Stoffe aufzuheben, sind vielfach unternommen; auch die bereits besprochene Schwefelsäurebehandlung gehört ja hierher. Die mit anderen Chemikalien erhaltenen Ergebnisse sind im allgemeinen wenig befriedigend (vgl. Gehlsen, a. a. O.), wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß die Einwirkung der Chemikalien meist oder ausschließlich bei gewöhnlicher Temperatur und nicht in Kombination mit einer Wärmebehandlung geprüft ist.

Von unseren eigenen, mit kombinierter Anwendung von Wärme und Chemikalien durchgeführten Versuchen brauchen hier nur die Versuche mit einem Natriumbikarbonatzusatz zum Kochwasser angeführt zu werden, weil ein solcher Zusatz tatsächlich eine günstige Wirkung ausübt und die Wirkung des gewöhnlichen Kochverfahrens in der angestrebten Weise verbessert. Natriumbikarbonat wurde von vornherein und bewußt in die Untersuchungen einbezogen, weil es ein bekanntes Hausmittel darstellt, um „hartkochende" Erbsen und andere Leguminosensamen „weich" zu machen.

Bereits in der weiter oben mitgeteilten Tabelle 3 (siehe S. 299) sind die Ergebnisse einer vergleichsweisen Prüfung von Wasser und 1proz. Bikarbonatlösung wiedergegeben. Wir sehen bei allen Temperaturen (60°, 80°, 96°) eine Steigerung der Heißwasserwirkung durch den Zusatz von Natriumbikarbonat; diese Steigerung besteht außer in der bei kurzer Kochdauer bzw. Anwendung ungenügender Wärmegrade zu beobachtenden Verbesserung der Keimprozente vor allem in einer wesentlichen Herabsetzung der durchschnittlichen Keimdauer, also in einer Erhöhung der Keimgeschwindigkeit, die sich nunmehr im besten Fall (5 Minuten Kochdauer) der hohen Keimgeschwindigkeit gekappter Samen stark nähert.

Tabelle 5.

Feststellung des optimalen Natriumbikarbonatzusatzes zum Kochwasser. (96°, Kochdauer 2 Minuten.)

Natriumbikarbonat im Kochwasser %	Keimung %	Keimbeginn (Tage)	Durchschn. Keimdauer (Tage)
0 (Wasser)	97	3	4,5
0,1	99	3	4,7
0,5	97	2	4,1
1	100	2	2,9
2	99	2	3,8
4	100	2	4,0

Die weiteren Versuche dienten der Feststellung des optimalen Natriumbikarbonatzusatzes zum Kochwasser; die Kochdauer war in der in Tabelle 5 enthaltenen Versuchsreihe auf 2 Minuten beschränkt. Die gekochten Samen wurden wieder durch Überführen in gewöhnliches Wasser abgeschreckt und gleichzeitig abgespült, dann zurückgetrocknet und zur Keimung ausgelegt.

Auf Grund der durchgeführten Versuche können wir einen 1proz. Zusatz von Natriumbikarbonat als ausreichend und optimal ansprechen. Bei einer Kochdauer von wenigen Minuten werden nunmehr nicht nur volle Keimprozente, sondern auch eine hohe Keimgeschwindigkeit erzielt.

Die Beseitigung der Hartschaligkeit durch Kochen in 1proz. Natriumbikarbonatlösung ist, wie weitere Versuche mit Aufbewahrung so behandelter Samen ergaben, irreversibel. Dieser Hinweis erscheint deshalb nicht überflüssig, weil die neueren Feststellungen von I. Esdorn (a. a. O.) ergeben haben, daß Samen, die durch längeren Aufenthalt in feuchter Luft enthärtet sind, in trockener Luft wieder hartschalig werden. Durch das Kochen in Natriumbikarbonatlösung wird demgegenüber eine tiefgehende und dauernde Veränderung der Samenschale bewirkt. Das macht sich auch in anderer Weise kenntlich. So behandelte Samen erhalten eine leicht klebrige Oberfläche, so daß sie beim Trocknen etwas zusammenkleben und auch dem Papier, auf das sie nach der Behandlung zum Rücktrocknen ausgelegt werden, deutlich anhaften. Die mechanische Veränderung der Samenschale gekochter Samen macht sich auch in einer geringeren mechanischen Widerstandsfähigkeit geltend, wenn man solche Samen nachträglich anschneidet oder kappt.

Zur Beurteilung der Wirkungsweise des Kochens in 1proz. Bikarbonatlösung sei schließlich nochmals auf die in Tabelle 1 (unterer Teil) enthaltenen Versuche mit gekappten und nur leicht geritzten Samen verwiesen. Keimprozente und Keimgeschwindigkeit der mit heißer Bikarbonatlösung behandelten Samen erreichen oder nähern sich doch stark denjenigen gekappter Samen, sind also wesentlich besser als diejenigen leicht geritzter Samen. Daraus folgt, daß die Kochbehandlung mit Bikarbonatlösung Veränderungen der Samenschale bewirkt, die dem tiefen Eingriff des Kappens der Samen fast gleichwertig sind.

Nicht nur im Keimverhalten, sondern auch in den Farbänderungen der Samenschale im Keimbett liegt Übereinstimmung zwischen gekappten und in Bikarbonatlösung gekochten Samen vor.

Bei den keimenden Samen macht die ursprünglich grauschwarze Färbung der Samen einer braunen Farbe Platz; gleichzeitig diffundiert ein bräunlicher Farbstoff in das Filtrierpapier des Keimbettes. Hartschalige Samen bleiben äußerlich unverändert, auch wird die Farbe des Keimbettes nicht beeinflußt. Noch deutlicher sind die Farbunterschiede enthärteter und hartschaliger Samen, wenn die Samen für 24 bis 48 Stunden in Wasser untergetaucht werden; nur die ersten werden stark ausgelaugt und sehen schließlich hellgelb aus.

So sprechen alle Einzelheiten dafür, daß eine kurze Kochbehandlung in Bikarbonatlösung die Hartschaligkeit in annähernd gleicher Weise aufhebt, wie eine geeignete Verletzung der Samenschale auf manuellem Wege. Wir empfehlen also zur Beseitigung der Hartschaligkeit von Robiniensamen ein etwa 3 Minuten langes Kochen der Samen in 1proz. Natriumbikarbonatlösung mit darauffolgendem Abschrecken und Abspülen in gewöhnlichem Wasser.

Mit dieser Methode haben wir auch unter den Verhältnissen der Praxis die besten Erfolge erzielt. So sind im Frühjahr 1936 so behandelte Samen verschiedentlich auf Pflanzbeeten zur Aussaat gebracht; sie liefen ausgezeichnet und sehr gleichmäßig auf, während die unbehandelten Samen überhaupt nicht keimten.

Zusammenfassung.

Die Samen von *Robinia pseudacacia* werden im ariden Klima Ankaras zu 100 % und in besonders starker Weise hartschalig.

Die für hartschalige Leguminosensamen sonst vielfach empfohlene Schwefelsäurebehandlung versagt bei diesen Samen.

Dagegen gelang es, in einem etwa 3 Minuten langen Kochen der Samen in 1proz. Natriumbikarbonatlösung mit darauffolgendem Abschrecken und Abspülen in gewöhnlichem Wasser eine Methode ausfindig zu machen, welche bei völliger Unschädlichkeit die Hartschaligkeit restlos und irreversibel beseitigt. Das Verfahren kann der Praxis als Hilfsmittel zur Anzucht von Robinienpflänzchen empfohlen werden.

Kulturgebiet des Rotklees (Trifolium pratense L.) und Klima.

Von

M. Klemm

Mit 3 Abbildungen.

(Beobachtungs- und Meldedienst der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem)

1. Einleitung 304
2. Allgemeines über Anbau- und Kulturgebiete des Rotklees 305
3. Verbreitung des wildwachsenden Rotklees 307
4. Kulturgebiet des Rotklees 308
5. Klima (Temperatur, Niederschlagsmenge und Luftfeuchtigkeit) und Kulturgebiete des Rotklees 311
6. Schlußbemerkungen 313
7. Schriftenverzeichnis 314

1. Einleitung

In der Pflanzenschutzforschung, besonders bei den Untersuchungen über die wirtschaftliche Bedeutung der einzelnen Pflanzenkrankheiten und Schädlinge, gehört die Kenntnis des Anbaugebietes der Wirtspflanzen zu den ersten und wichtigsten Voraussetzungen. Die Ermittlung der Anbaugrenzen gibt erst die Möglichkeit, die Ansprüche der Wirtspflanzen kennen zu lernen und damit das Verhalten der Pflanze gegen ungünstige Einflüsse im Großmaßstab zu klären.

Während die Anbaugebiete aller wichtigsten Kulturpflanzen seit langem bekannt sind, findet man in der Literatur über die Grenzen der Rotkleekultur keine ausreichenden Angaben. Auch Engelbrecht (8, S. 92) war nicht imstande, das Anbaugebiet des Rotklees kartenmäßig darzustellen: „Weniger deutlich als die Verbreitung der eben behandelten Futterpflanzen ist auf Grund der statistischen Erhebungen die Verbreitung des Kleebaues nachzuweisen, so daß auf die kartographische Darstellung verzichtet werden mußte. In England und den nordischen Ländern ist er überhaupt mit der Grasnutzung des Ackerlandes zusammengefaßt."

In landwirtschaftlichen statistischen Werken der meisten Länder wird der Rotklee mit Flächen für Kleegrasmischung, bzw. Wiesen- oder Futterpflanzen gemeinsam aufgeführt. Bei der Ermittlung der Kleekulturgrenzen mußte ich äußerst spärliche Literaturangaben, hauptsächlich aber die Unterstützung ausländischer Fachkollegen in landwirtschaftlichen Instituten in Anspruch nehmen. Für ihre freundliche Hilfe und Auskünfte bin ich hiermit den Herren Dr. D. Cosić in Beograd-Topcidur, Dr. E. Jamalainen in Tikkurila bei Helsinki, Prof. Tr. Săvulescu in Bukarest, Dr. N. Sylven in Svalöv und Dr. H. Wexelsen in Hjellum (Norwegen) zu besonderem Dank verpflichtet. Die klimatischen Angaben wurden durch das freundliche Entgegenkommen der Herren Reg.-Rat Dr. Keil (Reichsamt für Wetterdienst, Berlin) und Prof. W. v. Poletika (Forschungsbibliothek für die Oststaaten, Berlin) beschafft, bzw. nach den in der Literatur zerstreuten Tabellen ermittelt.

2. Allgemeines über Anbau- und Kulturgebiet des Rotklees.

In vorliegender Arbeit müssen die Begriffe Anbaugebiet und Kulturgebiet des Rotklees auseinander gehalten werden. Als Kulturgrenze einer Pflanzenart wird eine Reihe von Orten bezeichnet, in welchen die Umweltbedingungen während der Vegetationszeit noch ausreichen, um mit der dort geernteten Saat einen wirtschaftlichen Ertrag im mehrjährigen Durchschnitt zu gewinnen; d. h. die Gebiete, wo die Pflanze ihre Entwicklung regelmäßig während der Vegetationszeit abschließt. Das Anbaugebiet der Pflanzen, d. h. das Gebiet, in dem der Anbau nur mit dem aus anderen (meist südlichen) Gegenden eingeführten Saatgut möglich ist, liegt in der Regel weit außerhalb der eigentlichen Kulturgrenzen der betr. Pflanze. Unter dem Polarkreis werden z. B. außer Klee auch Kartoffel und Süßlupine angebaut, die auch einen wirtschaftlichen Ertrag liefern können. Das Saatgut wird aber immer aus südlichen Nachbargebieten, also aus eigentlichen Kulturgebieten, regelmäßig eingeführt. Je ungünstiger die Umweltbedingungen sind, desto größer ist der Abstand zwischen der Anbau- und der Kulturgrenze der Pflanze.

Um Unklarheiten zu vermeiden, müssen hier noch einige allgemein gebräuchliche Begriffe etwas näher erörtert werden. Zunächst einige Worte über Agroökologie, die nach ihren Auf-

gaben zwischen Pflanzenhygiene (d. h. „angewandte Agroökologie" oder bewußte Durchführung der im Rahmen der Agroökologie ermittelten Maßnahmen zum Schutz der Pflanzenerträge) und Pflanzenökologie steht. Während die Ökologie im allgemeinen die Beziehungen zwischen Organismus und seiner Umwelt erforscht, gehört zu den Aufgaben der Agroökologie die Untersuchung der Beziehungen zwischen den Kulturpflanzen und ihrer Umwelt vom Standpunkt des Ernteertrages (unter Berücksichtigung von Menge und Güte). Die dabei ermittelten Tatsachen gehören zu den Grundlagen der Pflanzenhygiene.

Der Pflanzenertrag entspricht nicht der Leistungsfähigkeit der Pflanze, sondern hängt von der Leistungsfähigkeit der Pflanze einerseits und ihrer Widerstandsfähigkeit gegen äußere Einflüsse andererseits ab. Leistungsfähige Pflanzen sind imstande, optimale Umweltbedingungen für ihre Ertragssteigerung besser auszunutzen als weniger leistungsfähige. Die widerstandsfähigen Pflanzen sind aber in der Lage, bei einem Mangel oder Überfluß an einzelnen Umweltfaktoren noch einen wirtschaftlich ausreichenden Ertrag zu geben. Der Ernteertrag ist also abhängig von der Ausnutzungsfähigkeit der Pflanze (Leistungsfähigkeit) in bezug auf optimale Umweltbedingungen und Widerstandsfähigkeit gegen ungünstige Umweltbedingungen (Azzi, 4). Die ausreichende Leistungsfähigkeit der Pflanze liegt zwischen den minimalen und maximalen Bedingungen der einzelnen Umweltfaktoren. Das Anbaugebiet einer Pflanze entspricht dem Gebiet der ausreichenden Leistungsfähigkeit. Mit zunehmender Verschlechterung der Umweltbedingungen wird zunächst ihre Kultur- und dann auch ihre Anbaugrenze erreicht. Aber auch außerhalb dieser Grenzen kann der Ertrag der wildwachsenden Pflanzen ein wichtiger Wirtschaftszweig bleiben, obwohl die Pflanze selbst wirtschaftlich nicht anbaufähig bleibt (Fruchtsammelwirtschaft). Der Rotklee behält z. B. seine Bedeutung als Weide- und Wiesenpflanze fast überall in seinen Verbreitungsgebieten.

Ungünstige Umweltbedingungen zwingen in erster Linie zum Anbau sehr widerstandsfähiger Pflanzensorten oder -arten, die aber bekanntlich in der Regel wenig leistungsfähig sind. An den Kultur- und Anbaugrenzen wachsen also widerstandsfähige, anspruchslose, aber an sich wenig leistungsfähige Kulturpflanzen; dazu gehört u. a. auch der einschurige Rotklee.

Beziehungen zwischen Klima und Pflanzen-, Tier- und Landschaftsgeographie sowie auch Anbaugebiete und Wirtschaftsformen usw. sind meistens leicht und deutlich in den Ländern mit einer regelmäßigen Abstufung der Klimafaktoren und ihrer Kombinationen zu erkennen. Das einzigartige Beispiel zonaler Abwechslung der Klimafaktoren und Landschaften, besonders in meridionaler Richtung, stellen die weiten klimatisch relativ gut erforschten Flächen Rußlands dar. Bei der regelmäßigen Abstufung der Wärme und Feuchtigkeit von Norden nach Süden und von Westen nach Osten können verschiedene Kombinationen der Klimafaktoren zustande kommen. Deshalb ist es nicht schwer, auf den einheitlichen und großen Gebieten für jede Pflanzen-, Tier- oder Kulturart ihre ökologischen Grenzen zu ermitteln und durch isoklimatische Linien darzustellen. Aus diesem Grunde sind die in Rußland gewonnenen Schlüsse für die Ermittlung klimageographischer Beziehungen, bzw. Nachprüfung der in anderen Ländern gewonnenen Feststellungen meist unentbehrlich.

3. Verbreitung des wildwachsenden Rotklees.

Eine schematische Darstellung des Rotkleeareals hat bereits Merkenschlager (21) veröffentlicht. Genauere Angaben über die Verbreitung des wildwachsenden Rotklees und anderer Kleearten sind bei Kouznetzoff (17) zu finden. Durch Nachprüfung und Vervollständigung der von Merkenschlager und Kouznetzoff veröffentlichten Karten unter Berücksichtigung neuer Angaben aus den Floren der einzelnen Länder wurde eine neue Arealgrenze des Rotklees ermittelt (vgl. Abb. 1), die im wesentlichen der von Kouznetzoff entworfenen Karte entspricht. Die Grenzen des wildwachsenden Rotklees liegen etwa zwischen 69° 48′ n. Br. (Nordschweden) und den Küstengebieten Nordafrikas. In südlichen ariden Gebieten beschränkt sich das Vorkommen des wilden Rotklees auf die Gegenden mit relativ feuchtem Bergklima. „Je weiter südlich wir kommen, um so mehr wird der Klee zu einer Pflanze des Bergklimas“ (Merkenschlager, 21, S. 82). Die Nordgrenze des wildwachsenden Rotklees verläuft von Kvaenangen bei Tromsö nach Osten durch die Kola-Halbinsel (südlich vom Imandra-See), am Ufer des Weißen Meeres entlang bis zur Kanin-Halbinsel, fast bis zum Polarkreis (Pertinsk-Hütten, 66° 15′

n. Br.). Dann zieht sich die Grenze südöstlich durch den unteren Teil des Petschoraflusses nach Sibirien bis zum Ob (bis Dorf Kolpatschewo $58^1/_2{}^0$ n. Br.) und steigt wieder nach Norden bis zum 68. Breitengrad (Dorf Polovinka am Jenissej-Fluß; Krylow, 19, S. 224). Weiter südöstlich wird die Stadt Irkutsk erreicht. Die Ostgrenze des Areals erstreckt sich bis etwa 60 km westlich vom Baikalsee und zieht sich nach dem linken Ufer des oberen Teils des Jenissej in die Nordmongolei. Nach den Gebirgsketten in Turkestan, Afghanistan und Kurdistan verläuft die Grenze wieder nach Westen bis nach Kleinasien (hier steigt der Rotklee bis 2200 m hoch) und zieht sich an der östlichen und südlichen Mittelmeerküste entlang bis zum Atlantischen Ozean. Im Kaukasus kommt der Rotklee in den Gebieten mit über 450 bis 500 mm jährlicher Niederschlagsmenge vor, und zwar in den Gebirgs- und Waldwiesen bis 2000 m häufig, vereinzelt noch bis 2400 m hoch (Troitzkij, 27, S. 21). Inselartiges Vorkommen des wohl eingeschleppten Rotklees wurde in Island, Japan, im südlichen Ussuri-Gebiet, Indien (Kaschmir) bis 1200 m hoch beobachtet. Der Verlauf der Arealgrenzen zeigt, daß der wildwachsende Rotklee von dem Mittelmeergebiet aus in nördlicher und nordöstlicher Richtung eine weite Verbreitung gefunden hat. Bei dieser Verbreitung spielten hauptsächlich klimatische, z. T. auch edaphische, biotische und anthropogene Faktoren und ihr Wechselspiel eine bedeutende Rolle.

4. Kulturgebiet des Rotklees.

In bezug auf die Umweltbedingungen stellt der Anbau vieler Pflanzen mit möglichst ausgeglichener Entwicklungszeit bedeutend höhere Ansprüche als einzelne wildwachsende Kleepflanzen. Die letzteren können sehr verschiedene Wachstumsrhythmen, die von ihrem Standort bedingt sind, haben. Bei der Pflanzenkultur kommt es nicht auf die einzelnen günstigen Standortsverhältnisse, nicht auf die Wasserversorgung der Kulturpflanzen allein, sondern auch auf die Ackervorbereitung, Bestellung und Ernte der Pflanzen und Samen an. Alle diese Vorbedingungen sind für die Kulturgrenzen der Pflanze maßgebend. Die Erträge des Klees und anderer Futterpflanzen sind bekanntlich im Vergleich zu den Getreide- und Hackfruchtarten um so günstiger je feuchter das Klima ist. Der Rotklee ist aber nicht nur wasserbedürftig, sondern auch gegen ein Unter-

oder Übermaß an Feuchtigkeit besonders empfindlich (Aereboe, 1, S. 456). Jede Kulturpflanze bildet also mehr oder weniger stark nach ihren Ansprüchen und ihrem Entwicklungsrhythmus im Verlauf der Zeit ausgeglichene Populationen. Wenn man dazu noch die betriebswirtschaftlichen Gründe berücksichtigt (Preise, Erträge usw.), so wird es klar, weshalb das Gebiet der Kleekultur einen relativ kleinen Teil des Kleeareals darstellt.

Der gezüchtete Klee ist nach brieflicher Mitteilung von Dr. H. Wexelsen, Hjellum (Norwegen), vom 15. Nov. 1937 ebenso weit im Norden verbreitet wie wilder Rotklee. „Den Anbau der Kleesamen findet man wesentlich in den südlichen Teilen des Landes, speziell in den Landschaften Toten und Hedmark bei dem See Mjosen. Regelmäßigen Anbau von Rotkleesamen findet man bis Namdalen in Trondelag (64°—65°), vereinzelt findet man Samenanbau in Helgeland (66°—67°)." In Schweden kommt der Rotkleeanbau nach brieflicher Mitteilung von Herrn Dr. N. Sylven, Svalöf, vom 15. Okt. 1937 „relativ allgemein im ganzen Land bis 61° n. Br. vor, und nördlich davon nur längs den Küstengebieten und im Silurgebiet in Jämtland. Im Küstengebiet des Bottnischen Meerbusens kann man noch gute Samenanbaugebiete bis hinauf nach Angermanland und im südlichen Teil von Västerbotten bis 64° nördl. Breite antreffen." Die Nordgrenze des allgemeinen Anbaues von Rotklee in Finnland fällt ungefähr mit der Nordgrenze für den zufälligen Anbau von Sommerweizen zusammen (Cajander, 6, S. 165). Seit der betreffenden Veröffentlichung von Cajander ist die Nordgrenze etwas weiter nach Norden verschoben (briefliche Mitteilung von Dr. E. Jamalainen, Tikkurila, vom 28. Nov. 1937). Die jetzige Nordgrenze des allgemeinen Rotkleeanbaues verläuft an der Stadt Tornio, die an der Nordspitze des Bottnischen Meerbusens liegt. „Erwähnt sei, daß aus Rowaniemi, ungefähr auf dem nördlichen Polarkreis gelegen, keimfähiger Rotkleesamen erhalten worden ist" (Jamalainen, s. o.). Die Grenze der Rotkleekultur in der UdSSR. habe ich nach Angaben von Sworykin (26) und Rabinowitsch (25) zusammengestellt. In der Ukraine liegen fast 90 v. H. aller Kleefelder in nord- und nordwestlichen Gebieten des Landes. In den Steppen fehlt der Kleeanbau so gut wie vollständig. Erwähnenswert ist die Angabe, daß in der Ukraine die Kleefläche in der Zeit 1925/29 von 20000 auf 220000 ha gestiegen ist (Rabinowitsch, S. 348 und 396). Ein neues Anbaugebiet liegt im fernen Osten (Ussurigebiet). Die besten Saatbaugebiete für

den einschurigen Kleetypus liegen nördlich der Linie Smolensk, Orel, Tscheboksary, Ufa; der zweischurige Klee wird für Samen in den Gebieten Mohilew, Smolensk, Kursk, Kiew und Proskurow angebaut (Sworykin, Karte 1). Zu den besten Kleegebieten Sibiriens gehört der Bezirk Bijsk (Altaj); hier werden größere Flächen zwecks Samengewinnung angebaut (Sworykin, 26, S. 401). Östlich von Jenissej ist der Kleeanbau unsicher. Die Saaten leiden stark unter Kahlfrost im Winter, Wechsel von hohen Tagestemperaturen und Nachtfrösten im Frühjahr und Trockenheit. Die Südgrenze der Kleekultur in der UdSSR. entspricht etwa der Südgrenze der Laubwaldzone und Waldsteppe. In Rumänien zieht sich die Südgrenze der Kleekultur (500 und mehr ha in einem Verwaltungsbezirk nach Angaben von 1931/37) östlich der Linie Soroca, Batosani, Roman, Ciuc, Trei-Scaune und südlich von Brasow-Severin (briefliche Mitteilung mit ausführlichen Angaben und einer Karte von Herrn Professor Dr. Tr. Săvulescu, Bukarest, vom 28. Okt. 1937). Inselartig zerstreute Kleearten findet man auch in den Gebirgstälern südlich der Donau. Die größeren Klee-Anbauflächen liegen in Siebenbürgen, Bukowina und Nordmoldau. Zu den Kleegebieten Jugoslaviens gehören, nach brieflicher Mitteilung von Herrn Dr. Cosić, Beograd, vom 23. Okt. 1937 „das ganze Donau- (Vojvodina), Morava-Banat (Serbien-Sumadija), ein Teil des Drina-Banates und der östliche Teil des Sava-Banates (Slavonien) als Gebiete unseres Staates, in denen Kleesamen (Luzerne und Rotklee) ausgereift betrachtet werden". Die Südgrenze des Rotkleeanbaues für Samengewinnung „liegt in Serbien ungefähr 150 km südlich von Beograd" (Schreiben von Herrn Dr. Cosić vom 1. Nov. 1937).

Genaue statistische Angaben über Kleeanbau in Italien konnte ich leider nicht erhalten. Aus den zerstreuten Literaturangaben war zu ersehen, daß Rotkleesamen in Norditalien angebaut wird; auch in der Provinz Perugio sollte nach Azzi (4) der Kleeanbau verbreitet sein. Diese inselartigen Kleeanbaugebiete wurden auf den beiliegenden Karten nicht berücksichtigt. Die Südgrenze des Kleeanbaues in Westeuropa wurde von Engelbrecht (8, S. 93) in folgender Weise beschrieben: „Nach Süden schneidet das Gebiet mit mehr als 8 % Kleebau ziemlich genau ab mit einer Linie, welche sich vom 45. Breitengrad an der italienischen Grenze nach dem 46. Breitengrad an der atlantischen Küste hinaufzieht. Südlich davon zeigt nur noch Aveyron 10,9 %, auf dem niedrigen Bergland

einen ausgedehnteren Kleebau (meist 5—7 %) hinüberleitend von den Cevennen nach dem mittleren Teil der Pyrenäen. Nach beiden Seiten, in der Ebene der Garonne und noch mehr an der Mittelmeerküste, sinkt der Rotklee auf wenige Prozente der Getreidefläche; er verschwindet auf Corsika." Auf Abb. 1 wurde diese Grenze des Kleeanbaues wiedergegeben.

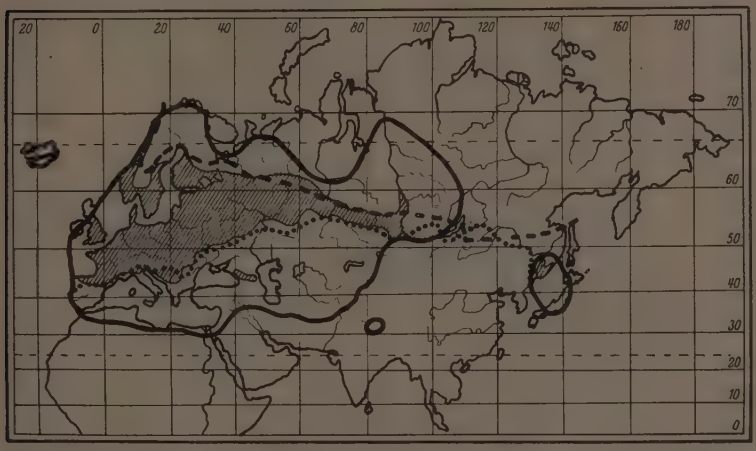


Abb. 1. Rotklee und Temperatur. Verbreitungsgrenze des wildwachsenden Rotklees (——); Gebiet der Rotkleekultur (schraffiert). Oktober-Isotherme 2,0° (— — —) und Juli-Isotherme 22,0°— auf Meeresspiegel reduziert — (.....).

5. Klima (Temperatur, Niederschlagsmenge und Luftfeuchtigkeit) und Kulturgebiet des Rotklees.

Die Ansprüche der Kleekultur in bezug auf Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnisse sind auf den beiliegenden Karten veranschaulicht. Die südlichen Länder mit heißem Sommer (Juli-Isotherme 22,0°) haben keinen Kleeanbau, abgesehen von dem inselartigen Kleebau in den Gebirgstälern Italiens, des Balkans und Kaukasus. Gegen andauernde Sommerhitze ist der Rotklee bekanntlich sehr empfindlich; er leidet stark unter der Dürre. Seine Nordgrenze fällt mit der Oktober-Isotherme von 2,0° zusammen. Unter dieser Wärmegrenze wird das Herbstwachstum des Klees selbst unter ausreichender Luftfeuchtigkeit gehemmt. Diese beiden Isothermen, die die Temperaturbedingungen der kritischen Wachstumszeit des Klees charakterisieren, sind also für die Kleekultur maßgebend (vgl. Abb. 1).

Das Gebiet der Kleekultur fällt mit der Grenze der jährlichen Niederschlagsmenge von über 450 mm im Norden, Osten und Südosten, sowie auch mit der 400 und mehr mm-Grenze im Süden (vgl. Abb, 2) zusammen. Bei einer Niederschlagsmenge von unter 400 mm im Jahr ist also die Kleekultur als Landwirtschaftszweig nicht möglich. Diese Südgrenze deckt sich in der UdSSR mit der Verbreitung des Laubwaldes und trennt gleich-

Abb. 2. Gebiet der Rotkleekultur (schraffiert) und Jahresniederschlagsmenge. ~Nord-, Ost- und Südostgrenze der Gebiete mit jährl. Niederschlagsmenge über 450 mm; — — — —, Südgrenze der Gebiete mit jährl. Niederschlagsmenge von 400 und mehr mm; ..... 120 und mehr Niederschlagstage im Jahr (Südgrenze).

zeitig die Steppe von der Waldsteppe ab. In Westeuropa mit einer relativ höheren jährlichen Niederschlagsmenge bildet die Linie mit über 120 Regentagen im Jahr die Südgrenze der Kleekultur. Inselartige regenreiche Gebiete (über 120 Regentage im Jahr), in welchen auch der Kleeanbau zu finden ist, z. B. in Perugio und im Kaukasus, sind auf der Karte nicht wiedergegeben. Der Vergleich der beiden Karten miteinander zeigt, daß die Nordgrenze der Kleekultur durch Wärmemangel und die Südgrenze durch Wassermangel und Wärmeüberschuß bedingt sind.

Aber nicht nur die Jahresniederschläge, sondern auch die Luftfeuchtigkeit in bestimmten Wachstumszeiten sind für die Kleekultur maßgebend. Die Kleekultur erreicht die Nordgrenze

der absoluten Luftfeuchtigkeit im Mai mit über 5,0 mm und fällt im Süden zusammen mit der Südgrenze des Gebietes der relativen Luftfeuchtigkeit mit über 70,0 v. H. im September (vgl. Abb. 3). Die beiden Linien charakterisieren die Ansprüche der Pflanze an Feuchtigkeit am Anfang der Vegetationszeit und während ihres Wachstums nach der Überwindung der zu warmen Sommertage.

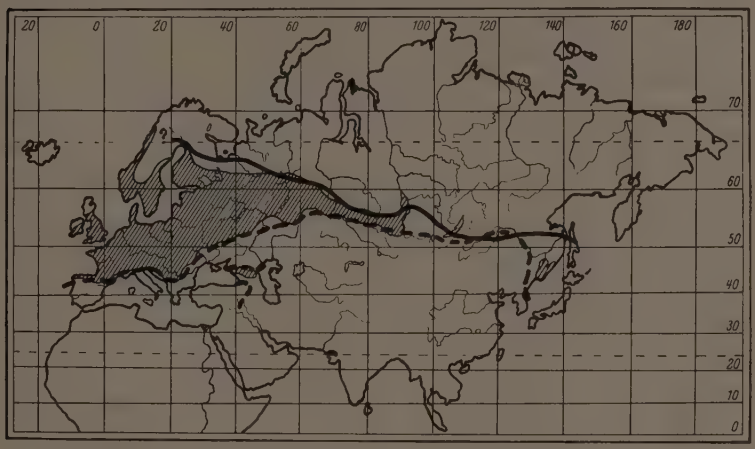


Abb. 3. Gebiet der Rotkleekultur (schraffiert) und Luftfeuchtigkeit.
——— Nordgrenze der absuluten Luftfeuchtigkeit über 5,0 mm im Mai;
— — — Südgrenze der relativen Luftfeuchtigkeit über 70,0 v. H. im September.

6. Schlußbemerkungen.

Die auf diesen drei Karten dargestellten klimatischen Linien, die die Südgrenze der Kleekulturen bilden, sind keine zufälligen, bzw. lediglich für diese Zwecke ermittelten. Sie gehören zu der sogenannten „Brounow'schen Achse" des transtropischen barometrischen Maximums, welches ungefähr in der Richtung Pyrenäen, mittlere Alpen, Südrußland (Mittellauf des Pruth in der Richtung Saratow) am 50. Breitengrad entlang bis zum Baikalsee verläuft (v. Poletika, 23, S. 488). Nördlich dieser Achse herrschen feuchte West- und Nordwestwinde, südlich davon kommen meist Nordost- und Ostwinde vor. Diese Linien liegen auch an der Nordgrenze der langen Sonnenscheindauer (über 2000/2250 Stunden Sonnenscheindauer im Jahr, Hettner, 14, S. 68), bzw.

60 und mehr heitere Tage in europäisch-asiatischen Teilen der UdSSR (Atlas, 3, Karte, 76). In bezug auf Klee schreibt auch Merkenschlager (21, S. 84): „Er braucht viel Sonnenstunden, meidet aber die wolkenlosen Himmel der Steppe." Diese Vegetationslinie trennt nicht nur das Klima, sondern auch alle vom Klima abhängenden edaphischen biotischen, und, wie das Beispiel der Kleekultur hier zeigt, auch die anthropogenen Faktoren in zwei Teile. Die Grenze fällt mit der Verbreitung der vielen an humide bzw. aride Bedingungen gebundenen Bodenarten, Flora und Fauna, die sich im Laufe der Zeit herausgebildet hat, zusammen. Die Nordgrenze der Rotkleekultur entspricht etwa der Nordgrenze der mitteleuropäischen Mischwälder, einschließlich Winterlinde (*Tilia cordata*) und Weißbirke (*Betula verrucosa*) mit dazugehöriger Fauna. Die für die Gesamtart *Trifolium pratense* führenden, humiden Komponenten sind also für das Gebiet der Kleekultur in viel höherem Grade maßgebend. Jede Abweichung davon macht die Rotkleekultur nicht nur unsicher, sondern unter den heutigen Anbaumethoden wirtschaftlich überhaupt kaum denkbar.

Die auf den großen Flächen gewonnenen Ergebnisse haben ihre Gültigkeit auch für jedes Gebiet, sofern seine klimatischen Faktoren mit den eben geschilderten übereinstimmen (Klemm, 15). Die mehr oder weniger stark durch zahlreiche örtliche Bedingungen verwickelten klimatischen Verhältnisse erlauben uns nicht immer, die in dieser Arbeit auf riesigen ausgedehnten Flächen der Kleekultur beobachteten Umweltbeziehungen klarzulegen.

Schriftenverzeichnis.

1. Aereboe, F., Allgemeine landwirtschaftliche Betriebslehre. Berlin 1921.
2. Alt, E., Klimakunde von Mittel- und Südeuropa. Handbuch der Klimatologie. Bd. III, Teil M. Berlin 1932.
3. Atlas climatologique de l'empire de Russie. St. Petersburg 1900.
4. Azzi, D., Landwirtschaftliche Ökologie. Moskau 1932 (russ. Übersetzung).
5. Birkeland, B. und Föyn, N., Klima von Nordwesteuropa. Handb. d. Klimatalogie, Bd. III, Teil L. Berlin 1932.
6. Cajander, E., Klima und Landwirtschaft. Porvoo 1927 (finnisch).
7. Delegius, G., Das organische Element der Strauch- und Laubflechtenflora von Skandinavien. Acta phytogeographica Suecica, VII. Uppsala 1935.
8. Engelbrecht, Th., Die Landbauzonen, Bd. I—III. Berlin 1899.
9. Friedemann, J., Bewölkung und Sonnenschein des Mittelmeergebietes. Archiv der Deutschen Seewarte, Bd. XXXV. Hamburg 1912.
10. Golubew, N., Der Rotklee. Moskau 1931 (russ.).
11. Hann, J., Atlas der Meteorologie. Gotha 1887.
12. —, Handbuch der Klimatologie. Bd. 48, H.10. Stuttgart 1911.

13. Hegi, G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa, Bd. IV, Teil 3. München.
14. Hettner, S., Die Klimate der Erde. Berlin 1930.
15. Klemm, M., Schadgebiete des Kleekrebses (*Sclerotinia trifoliorum* Eriks.) in Deutschland, Kleesamenanbau und Witterung. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. Bd. 48, H. 10. Stuttgart 1938.
16. Knoch, K., Die Verteilung der Bewölkung über Europa. Veröff. des Preuß. Meteorol. Instituts, Nr. 319, Abhandlungen, Bd. VII, Nr. 5. Berlin 1923.
17. Kousnetzoff, V. A., Areas of the geographical distribitution of the important forage species of Clover and Alfalfa. Bull. of appl. Bot. and Plant Breeding XVI, H. 1. Leningrad 1936 (russ.).
18. Krische, P., Mensch und Scholle. Berlin 1936.
19. Krylow, R., Flora altaica, Bd. I. Tomsk 1908 (russ.).
20. Merkenschlager, F., Der Rotklee als Konstitution der „Urwiese". Prakt. Bl. f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz, **14**. Nr. 4. Freising-München 1936/37.
21. —, Die Konstitution des Rotklees. Die Ernährung der Pflanze, **30**, Nr. 5. Berlin 1934.
22. Philip u. Darby, The University Atlas. London 1937.
23. Poletika, v. W., Klima und Landwirtschaft Rußlands. Ber. ü. Landwirtschaft, N. F., Bd. IX. Berlin 1928.
24. Prjanischnikow, D. und Jakuschkin, J., Spezielle Pflanzenbaulehre, 9. Auflage. Moskau 1936 (russ.).
25. Rabinowitz, J., Geography and dynamics of forage plant in the Ukraine. Bull. of appl. Bot., XXIV, 2. Leningrad 1929/30.
26. Sworykin, P., Der Klee (in „Pflanzenbau in der UdSSR."), Bd. 1, Teil 2, S. 389. Leningrad-Moskau 1933 (russ.).
27. Troitzkij, N., Wildwachsende Futterpflanzen Transkaukasiens. Bull. of appl. Bot. Suppl. 68. Leningrad 1934 (russ.).

Kleine Mitteilungen.

Biologische Demonstrations-Präparate.

Albrecht Schmidt Frankfurt a. M.[1]).

Es ist weit über ein Menschenalter her — nunmehr 46 Jahre —, daß Verfasser[2]) an Stelle des zur damaligen Zeit ausschließlich verwendeten wässrigen Alkohols das Formalin als Konservierungsmittel für anatomische Präparate usw. vorgeschlagen und zur allgemeinen Verwendung gebracht hatte, u. zw. auf Grund seiner Beobachtung der (durchsichtigen) „Gerbung bzw. Härtung und Verlederung toten und lebenden Gewebes durch Formalin". Näheres Fußnote 3. Der große Vorteil der Formalinkonservierung gegenüber der mittels Alkohol, der fast immer unerwünschte, entfärbend schrumpfende Wirkung hat, ist bekannt. Die Formalinkonservierung wurde dann im Laufe der

[1]) Anschr. Prof. Dr., Dr.-ing. e. h. Albrecht Schmidt, Frankfurt a. M.

[2]) Als Leiter des damaligen vom Verfasser 1888 gegründeten wissenschaftlichen Laboratoriums der Chem. Fabr. a. A. v. E. Schering, Berlin.

[3]) Pharm. Ztg. 1893, Nr. 22 (März) (Schlußsatz), Zirkular d. Ch. F. a. A. von 1893, Pharm. Ztg. 1893, 175, Pharm. Ztg. 1894, Nr. 23, „Industrielle Chemie im Weltbild", A. Schmidt, S. 775, 776.

Jahre durch andere Forscher noch durch gewisse Zusatzmittel, wie Glyzerin und gewisse Chemikalien verbessert.

Die härtende Wirkung des Formalins beruht auf der vom Verfasser seinerzeit beobachteten leichten Verknüpfbarkeit der Eiweiß- (Gelatine usw.) Moleküle durch Formaldehyd zu durchsichtigen höhermolekularen unlöslichen Körpern. So wird z. B. die in warmem Wasser lösliche Gelatine in unlösliche durchsichtige Anhydroformaldehydgelatine (Gelatoid) verwandelt und ähnlich Albumin, Kasein usw[1]).

So groß auch der Fortschritt der Formalinkonservierung gegenüber der mittels Alkohol war und ist, so hat sie doch auch einige bekannte Nachteile. Es mag hier nur angeführt werden, daß das Konservierungsmittel ja eine Flüssigkeit ist und bleibt, die aus den Behältern, wenn sie nicht fortwährend auf guten Verschluß kontrolliert werden, allmählich verdunstet.

Deshalb ging Verfasser von dem Gedanken aus, gewissermaßen nach dem Vorbild der Natur eine Einbettung in eine feste bzw. festwerdende durchsichtige Masse zu bewirken[2]): man kennt die tadellose natürliche Konservierung z. B. des Mammuts in Eis über viele tausende von Jahren hinweg. Diesem Naturbeispiel folgend wurde zunächst eine Einbettung in warme Gelatinelösung versucht, die mit nicht zu großen Mengen Formalin versetzt war, worauf dann nach dem Erkalten nach einiger Zeit die Umwandlung in festes durchsichtiges „Gelatoid" erfolgen sollte. Diese Versuche scheiterten, weil erstens sowohl die Gelatineflüssigkeit als auch das feste Gelatoid nicht die nötige Durchsichtigkeit besaß und zweitens weil ein Schrumpfen und Rissigwerden der stark wasserhaltigen Masse erfolgte.

Deshalb regte Verfasser das Werk Oppau der I. G. Farbenindustrie A. G. an, flüssige Harnstoff-Formaldehyd-Kondensationsprodukte zu versuchen, die durch weitere Kondensation bzw. weitere Kondensationsmittel dann in eine glasklare feste Masse sich verwandeln, also physikalisch gesehen prinzipiell eine ähnliche Einbettung, wie sie in der Natur bei einem vorweltlichen Tier in Eis oder z. B. in einem zunächst flüssigen und dann festwerdenden Harz (Bernstein) vor sich geht.

Dieser Gedanke hat nach vielen Bemühungen der I. G. Farbenindustrie A. G. mittels eines zum Patent angemeldeten neuen flüssigen Kunststoffes zu vollem Erfolg geführt. Damit schließt sich nunmehr ein vor einem langen, dem halben Jahrhundert zuschreitenden Zeitraum begonnener Gedankenkreis der Konservierung mit Formalin: damals zuerst in Formalin-Lösung (also Flüssigkeit) und nun in fester Formaldehyd-Harnstoff-Masse.

Das von der I. G. Farbenindustrie A. G. ausgearbeitete Verfahren mittels des neuen Kunststoffs „Einbettmasse HFK" besteht darin, daß die betreffenden Präparate kurz vorher mit einer kleinen Menge „Härter" in die flüssige Kunstmasse unter Anwendung besonderer Bedingungen (z. B. vorherige Vakuumbehandlung der flüssigen Einbettmasse) eingebracht werden, worauf dann die Masse in kurzer Zeit zunächst gummiartig, dann glasartig erstarrt. Das neue Verfahren eignet sich zur Herstellung botanischer und zoologischer (anatomischer) Demonstrationspräparate von hervorragender Farbenschönheit usw. (Siehe die nachstehende Veröffentlichung der I. G. Farbenindustrie A.-G.

[1]) a. a. O. Ind. Chem. S. 776, Fußn., Chem. Ztg. 1937, 756.

[2]) Ausgelöst wurde der Gedanke an dieses Naturbeispiel durch die Erwerbung einer in Eis wohlkonserviert gebliebenen „Locke" eines Mammuts seitens des Senckenberg-Museums.

Ein neues Verfahren zur Herstellung biologischer Demonstrations-Präparate. Hans Scheuermann und Karl Tauböck (Ammoniak-Laboratorium Oppau der I. G. Farbenindustrie A. G. in Ludwigshafen a. Rhein).

Die Nachteile der Konservierung von Organismen in Formalin, Alkohol usw. führten nach der Auffindung der Kunstharze dazu, daß man die unter diesen befindlichen klaren Produkte für diesen Zweck nutzbar zu machen suchte. In ganz besonderem Maße schienen sich die lichtbeständigen und glasklar erhältlichen Harnstoff-Formaldehyd-Kondensationsprodukte dazu zu eignen.

Die ersten Versuche auf diesem Gebiete wurden von Herrn W. Groß vom Pathologischen Institut Münster angeregt, der sich 1928 in dieser Angelegenheit an die I. G. Farbenindustrie A. G., Werk Oppau, wo damals versuchsmäßig Harnstoffgläser hergestellt wurden, wandte.

Die darauf gemeinsam mit den Herren W. Groß, Münster i. Westf. und E. Hanser, Ludwigshafen a. Rhein, im Werk Oppau der I. G. Farbenindustrie A. G. durchgeführten Versuche führten zu keinem befriedigenden Erfolg.

Ebenso brachten die in Österreich um die gleiche Zeit angestellten Versuche[1]) keine in der Praxis befriedigende Lösung.

Die ausgearbeiteten Harzmassen mußten entweder vor der Einbettung von Präparaten soweit entwässert werden, daß ihre Viskosität zu groß war, um empfindliche Präparate, wie Pflanzen usw. einbetten zu können, oder die Präparate wurden bei geringerer Viskosität, also höherem Wassergehalt der Harzmasse, in einem späteren Stadium trübe. Dies trat vor allem dann ein, wenn Präparate von etwas größerem Ausmaß hergestellt werden sollten, bei denen ein Entweichen des Wassers aus der erstarrten Harzmasse nicht mehr möglich war. Außerdem mußte in den meisten Fällen die Härtung des flüssigen Harzes bei erhöhter Temperatur stattfinden und die fertigen Stücke neigten zum Reißen, was zur Zerstörung des Präparates führen konnte.

Es ist das Verdienst des Herrn Albrecht Schmidt-Frankfurt a. M., trotz der vorliegenden wenig befriedigenden Ergebnisse an dem Grundgedanken der Methode festgehalten und die neuerliche Bearbeitung des Problems in unserem Forschungslaboratorium angeregt zu haben

Bei der Weiterführung der im Jahre 1928 abgebrochenen Arbeiten gelang es auf der Grundlage der bekannten Formaldehyd-Harnstoff-Kondensationsprodukte einen neuen Kunststoff zu schaffen, der die Eigenschafft hat, in flüssigem Zustand haltbar zu sein, nach Zusatz eines geeigneten „Härters" jedoch zu einer glasklaren, festen Masse zu erstarren. Ein solcher Kunststoff schien die Möglichkeit zu bieten, leicht verderbliche und zerbrechliche biologische Objekte mit einem konservierenden und schützenden festen Medium zu umgeben.

Die Versuche haben zur Auffindung einer Präpariermasse geführt, die von der I. G. Farbenindustrie A. G. hergestellt[2]) und von einigen Spezialfirmen unter dem Namen „Einbettmasse HFK" in den Handel gebracht wird.

Die Einbettmasse ist eine farblose, klare Flüssigkeit von honigartiger Konsistenz. Sie hat ein spezifisches Gewicht von 1,28 und einen Brechungsindex von ca. 1,53. Sie besitzt im flüssigen Zustand eine Lager-

[1]) Österr. Patent 105592.
[2]) D. R. P. und Auslandspatente angemeldet.

fähigkeit von etwa einem Jahr, doch ist es von Vorteil, die Masse in etwa $^1/_2$ Jahr zu verbrauchen, da beim Stehen — besonders in warmen Räumen — im Laufe der Monate langsam eine merkliche Viskositätssteigerung eintritt, die die Verwendung erschwert.

Ihrer chemischen Zusammensetzung nach ist die „Einbettmasse HFK", wie bereits erwähnt, ein Formaldehyd-Harnstoff-Kondensationsprodukt. Sie enthält schwer flüchtige Lösungsmittel, die verhindern, daß die beim späteren Durchkondensieren entstehende feste Masse austrocknet und dadurch schrumpft oder Risse bekommt, wie das bei Harnstoffgläsern beobachtet werden kann. Die Masse enthält auch noch etwas freien Formaldehyd, der zur Konservierung der eingelegten Objekte dient.

Unmittelbar vor der Verwendung wird die Präpariermasse mit ca. 3 % eines „Härters" durchgemischt, der den weiteren Kondensationsprozeß in Gang bringt, wodurch die Masse nach etwa einer Stunde zu gelieren beginnt und im Verlaufe einiger weiterer Stunden — je nach Temperatur der Masse bzw. des Raumes — in einen festen, gummiartigen Zustand übergeht. Die gehärtete Masse besitzt noch einen geringen kalten Fluß, der sich allerdings erst nach einigen Monaten zeigt. Deshalb muß die Präparation in formbeständigen Gefäßen vorgenommen werden.

Zum Härten verwendet man einen Härter, der neben geringen Mengen saurer Salze und organischer Säuren auch schwefelige Säure enthält. Um das natürliche Aussehen von chlorophyllhaltigen Pflanzenteilen am präparierten Objekt zu bewahren, wird bei der Einbettung etwas Kupfersulfatlösung zugesetzt. Wir glauben, bis jetzt beobachtet zu haben, daß ein geringer Zusatz von Aluminiumsulfat zur Haltbarkeit der gelben und roten Blütenfarbstoffe beiträgt. Auch kann es in einzelnen Fällen zweckmäßig sein, außerdem noch atmungshemmende Substanzen zuzusetzen, um zu vermeiden, daß im fertigen Präparat durch das Weiteratmen resistenter Gewebe, vor allem bei Früchten, erstörende Kohlensäureblasen auftreten.

Das neue Verfahren eignet sich zur Herstellung botanischer und zoologischer (anatomischer) Demonstrationspräparate. Doch ist es auch auf Gebieten, die außerhalb des Rahmens der Biologie liegen, anwendbar.

Die konservierende Wirkung der Einbettmasse HFK beruht auf dem vollständigen Luftabschluß, der erzielt wird, dem Gehalt der Präpariermasse an Formaldehyd und auf dem Gehalt des Härters an schwefliger Säure. Dazu kommt der auf keinem anderen Wege so gut reichbare mechanische Schutz der eingeschlossenen Objekte.

Wir besprechen im folgenden die Anwendung und Bewährung des neuen Verfahrens für botanische Zwecke, da auf diesem Gebiet bis jetzt die meisten Erfahrungen vorliegen.

Die meisten Objekte, wie Blätter und Blüten, bedürfen keiner besonderen Vorbehandlungen, sondern können im frischen Zustand zur Präparation verwendet werden. Stark wasserhaltige, größere Organe, z. B. große Fruchtknoten oder ein Objekt mit einer großen Anzahl von Früchten, eignen sich weniger gut zur Präparation, da die Einbettmasse den Objekten Wasser entzieht und dadurch Schrumpfungen eintreten. Wenn man in manchen Fällen glaubt, solche Schrumpfungen in Kauf nehmen zu können, so muß man das Verhältnis vom einzubettenden Objekt zur Einbettmasse so wählen, daß an Einbett-

masse das 3—5fache Volumen vom einzubettenden Objekt zur Anwendung gelangt, damit das aus dem Objekt austretende Wasser nicht solche Konzentrationen in der Einbettmasse erreicht, die eine Trübung der Masse bewirken könnten.

Das zu konservierende Objekt wird auf Glasplatten, -gestellen oder -stäben oder auf Zelluloid montiert, oder es wird ohne solche Vorrichtungen in das Präparatenglas eingehängt. Wir verwenden zum Festhalten von Stengeln vierkantige Holzstäbe, die durch Gummiringe aneinandergedrückt werden und die wir mit Gewichten beschweren, um dem Auftrieb entgegenzuwirken.

Man kann auch das untere Ende der Stengel mit Bleirohrstückchen, die man allenfalls mit gut ausgewaschenem Seesand verdeckt, beschweren.

Auf jeden Fall ist der Auftrieb des Objektes in der anfangs flüssigen Masse bei der Vorbereitung des Präparates besonders zu berücksichtigen. Man kann durch entsprechende Montage erreichen, daß auch zarte Organe in die richtige Lage kommen. Von der sorgfältigen Vorbereitung der Objekte vor dem Eingießen hängt das Aussehen der fertigen Präparate wesentlich ab.

Für die Präparation können beliebige Glasgefäße passender Größe verwendet werden. Am besten eignen sich Präparatenkästen mit planparallelen Wänden, da runde Flächen die Beobachtung störende Reflexe ergeben. Für flache Objekte verwenden wir Petrischalen, für Moose stellen wir uns aus Glasplatten und zwischengelegten Glasstreifen schmale Küvetten her. An Stelle der gläsernen Präparatenkästen können auch solche aus Zelluloid oder anderen durchsichtigen Kunststoffen verwendet werden.

Wenn das Objekt im Präparatenglas richtig montiert ist, wiegt man die berechnete Menge der Einbettmasse ab und setzt ihr unter kräftigem Rühren in einer starkwandigen Glasflasche vom ca. 3fachen Volumen der Einbettmasse 2—3 % Härter (berechnet auf das Gewicht der Einbettmasse) zu. Die Temperatur der Masse soll etwa 30—35° C betragen. Nach grüdlichem Mischen verschließt man die Flasche mit einem durchbohrten, mit einem kurzen Glasrohr versehenen Gummipfropfen. Durch das Glasrohr wird die Flasche an der Wasserstrahlpumpe evakuiert. Es ist zweckmäßig, die Flasche dabei zu schütteln, um auf diese Weise möglichst viel Luft aus der Präpariermasse zu entfernen. Nach etwa 3—5 Minuten langer Behandlung wird das Vakuum aufgehoben.

Das Präparatenglas wird nun in einen Exsiccator oder unter eine Glasglocke gestellt. Durch den Tubus der Glocke bzw. des Exsiccators wird ein Trichter mit Hahn eingeführt. Nach Evakuieren des Apparates (es ist zweckmäßig, dabei ein um etwa 10 mm geringeres Vakuum zu verwenden als beim Vorevakuieren) läßt man die Masse durch Öffnen des Trichterhahnes langsam in das Präparatenglas einfließen (Abb. 1). Wenn die größeren Luftblasen zum überwiegenden Teil verschwunden sind, hebt man das Vakuum langsam auf und läßt das Präparatenglas an einem staubfreien Ort bei 25—30° C stehen. Nach etwa einer Stunde beginnt die Masse zu gelieren und wird im Verlauf eines Tages so hart, daß sie sich mit dem Finger nur wenig eindrücken läßt. Die Härtung verläuft bei höherer Temperatur schneller als bei niedriger. Wenn man rasch härten will, setzt man die Präparate einer Temperatur von 35—40° C aus.

Bei der Herstellung von Präparaten in flachen Schalen geht man am besten so vor, daß man die Schale halb voll gießt, das Objekt auflegt, wenn die Masse zu gelieren beginnt, und einige Stunden später oder am nächsten Tage die Schale mit neuangesetzter Masse vollständig ausgießt. In diesem Fall kann man darauf verzichten, unter dem Exsiccator zu arbeiten. Auch sonst ist bei vielen einfachen Objekten, bei denen nicht in komplizierten Hohlräumen Luft zurückbleiben kann, die Anwendung von Vakuum zum Eingießen entbehrlich. Es genügt in solchen Fällen, die vorevakuierte Masse langsam über die Objekte zu gießen. Auf das Vorevakuieren kann aber niemals verzichtet werden. Kleine Luftblasen, die beim Eingießen zurückbleiben, verschwinden im Laufe einiger Wochen.

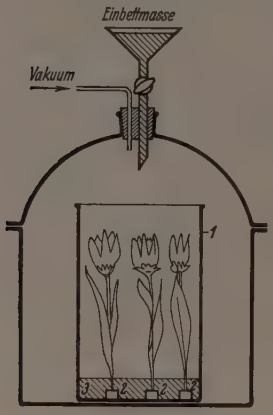


Abb. 1.
1 = Präparateglas
2 = Bleirohrstück
3 = gewaschener Seesand.

Das Verschließen der Gefäße erfolgt am besten erst nach 24 Stunden. Soll die Verschlußplatte als Grundplatte dienen, so verwendet man eine ca. 3 mm starke Glasscheibe, die in ihren Abmessungen etwas kleiner als das Lumen des Präparatenglases ist. Auf die bis ca. 2 mm an den Rand stehende, fest gewordene Einbettmasse wird etwas frisch angesetzte Einbettmasse aufgegossen und die Verschlußplatte unter Vermeidung von Luftblasen aufgelegt. Der Überschuß der Masse fließt ab. Nach dem Gelieren wird das Gefäß auf die Grundplatte gestellt. Soll das Präparateglas oben mit einem Deckel versehen werden, so muß zwischen diesem und der Masse ein kleiner Luftraum bleiben.

Die beschriebenen Maßnahmen müssen getroffen werden, um der Masse Gelegenheit zu geben, den thermischen Einflüssen der Umgebung zu folgen, ohne die Gefäße zu zersprengen.

Die nach dem neuen Verfahren hergestellten Präparate haben vor allen anderen üblichen Verfahren der Naßkonservierung den Vorzug, daß die Objekte in der Einbettmasse fixiert sind. Dadurch ist es leicht möglich, die Präparate unbeschädigt zu transportieren, sie von allen Seiten zu betrachten oder sie in jeder Lage unter das Epidiaskop zu stellen.

Die Formen der pflanzlichen Objekte bleiben einwandfrei erhalten, wenn es sich nicht um stark wasserhaltige Organe größerer Dimensionen handelt. Die Haltbarkeit der natürlichen Farben ist durch den schwach sauren Charakter der Einbettmasse zwar eingeschränkt, in vielen Fällen jedoch sehr befriedigend und in den meisten Fällen der einfachen Konservierung in Formalin oder Alkohol überlegen. Davon konnten wir uns überzeugen, indem wir zu gleicher Zeit von denselben Objekten Präparate einerseits nach dem neuen Verfahren, anderseits in Formalin bzw. Alkohol und in manchen Fällen auch in schwefliger Säure mit und ohne Kupferzusatz herstellten. Wir bedienten uns dazu der Vorschriften von Ulbrich[1]).

[1]) Ulbrich, E. Abderhaldens Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abtlg. XI, 1, Heft 6.

Von den Blütenfarben halten sich gut die roten Anthocyane. Blaue Anthocyane schlagen, wie zu erwarten war, mit der Zeit in rot um. Solche Blüten entfärben sich nach einigen Monaten oft vollständig. Es ist z. B. möglich, gute und farbtreue Präparate von roten Rosen und Nelken zu erhalten, wogegen die blauen Blüten von *Aconitum* oder *Delphinium* nach einigen Wochen rot werden und schließlich die Farbe verlieren. *Centaurea cyanus* wurde erwartungsgemäß ebenfalls rot, hat jedoch in einigen Präparaten diese rote Farbe behalten, ohne auszubleichen. Ähnlich verhielten sich *Ageratum* und eine blaue *Verbena*. Von roten Blüten, die sich nun schon seit Monaten unverändert halten, seien weiterhin angeführt: *Erythrina crista-galli*, *Astilbe*, *Begonia* (wird etwas dunkler), *Anthurium Scherzerianum*, *Anthurium Grusonii* (wird violettstichig). Violette Blütenfarben lassen sich nach unseren Erfahrungen gut konservieren, z. B. bei *Hibiscus* u. a. m.

Die besten Ergebnisse erzielten wir mit gelben und braunen Blüten. Die Flavonderivate, manche Karotine und die Anthochlore sind unter unseren Bedingungen offenbar recht beständig. Wir führen als Beispiele folgende Blüten an: Rosen und Nelken, Dahlien, *Chrysanthemum*-Arten, *Helianthus*, *Calendula*, *Abutilon*, *Oncidium varrucosum*, *Tagetes*, Rosenfrüchte, Fruchtstände von Palmen.

Auch farblose bzw. weiße Blüten ergeben gute Präparate, wenn nicht besondere optische Bedingungen, die beim Präparieren aufgehoben werden, für die weiße Farbe maßgeblich sind, wie dies z. B. beim Edelweiß der Fall ist. In solchen Fällen erzielt man bessere Ergebnisse, wenn man die Anwendung von Vakuum vermeidet oder nur geringen Unterdruck anwendet. In manchen Fällen färben sich weiße Blüten nachträglich gelblich bis gelb, z. B. Nelken, *Eichhornia*. Gramineen-Blüten ergeben stets ganz einwandfreie Präparate.

Das Blattgrün der Pflanzen läßt sich meist befriedigend erhalten, besonders wenn man mit dem Härter etwas Kupfersalz zuführt. Doch ist die Erhaltung des grünen Farbstoffes nicht bei jeder Art gleich gut und offenbar auch abhängig von verschiedenen Inhaltsstoffen der Blätter, vor allem organischen Säuren. Anthocyan, das in Hochblättern vorkommt (*Poinsettia*, *Begonvilliea*) ist wenig haltbar. Die rot erscheinenden Blätter der Blutbuche z. B. werden grün. Häufig kann man beobachten, daß anfangs etwas verfärbte Präparate wieder lebhaft grün werden, in dem Maße, als das Kupfer aus der Einbettmasse in die Präparate diffundiert.

Die rote und gelbe Herbstfärbung läßt sich sehr gut fixieren, ebenso — wie wir bis jetzt sehen — die Verfärbungen, die unter pathologischen Bedingungen auftreten (Anthocyane).

In vielen Fällen, besonders bei zarten Blütenorganen, kommt es durch die eindringende Präpariermasse zu einer Aufhellung der Organe, die in Extremfällen vollständig durchscheinend werden. Dieser Effekt beeinträchtigt den natürlichen Eindruck, kann aber bisweilen erwünscht sein.

Früchte verhalten sich sehr verschieden. Zarte Beerenfrüchte mit hohem Wassergehalt können sehr stark schrumpfen. Bei großen Früchten kann man der Schrumpfung durch Vorpräparation (Aushöhlen und Ausgießen mit Gips und Paraffin) vorbeugen. Viele, vor allem kleine Früchte mit derben Häuten und Schalen lassen sich einwandfrei konservieren. In vielen Fällen, z. B. bei Schädlingsbefall auf Obst, genügt es, Teile der Früchte nach Entfernung des Fruchtfleisches zu präparieren.

Koniferen machen erwartungsgemäß bei der Präparation keine Schwierigkeiten.

Succulente Pflanzen und Kakteen lassen sich trotz ihres hohen Wassergehaltes sehr gut in Einbettmasse HFK präparieren. Man muß nur dafür sorgen, daß die Epidermis vollständig unverletzt bleibt. Wo bei Kakteen z. B. „Stacheln" ausgebrochen sind, tritt lokale Schrumpfung ein. Auch Wasserpflanzen, der physiologisch und morphologisch entgegengesetzte Typus, z. B. *Elodea*, *Myriophyllum* usw. ergeben gute Präparate.

Von den niederen Pflanzen lassen sich Farne, Moose und Algen mit gutem Ergebnis präparieren. Moose schließen wir am liebsten zwischen Glasplatten mit ca. 3 mm Abstand ein, um sie der mikroskopischen Betrachtung und Projektion zugänglich zu machen. Die Farbe hält sich gut; da nur dünne Schichten der Präpariermasse zur Anwendung kommen, kann man dem Härter etwas mehr Kupfersalz zusetzen. Wir haben so eine Anzahl guter Moospräparate hergestellt.

Algen lassen sich in der Einbettmasse HFK in natürlicher räumlicher Anordnung konservieren. Man kann die Algen jedoch auch vor der Präparation auf Glasplatten montieren oder dieselben in schmalen Küvetten für die mikroskopische Betrachtung und Projektion herrichten.

Die Erhaltung der Farbe von Grünalgen ist in vielen Fällen befriedigend. Rotalgen halten sich fast ausnahmslos sehr gut, z. B. verschiedene *Delesseria*-Arten, *Polyides*, *Elachista furcicola*, *Furcellaria*, *Batrachospermum* u. v. a. Braunalgen, vor allem *Fucus* werden in kurzer Zeit lebhaft grün, nur einige *Laminaria*-Arrten, vor allem *Laminaria digitata*, haben die braune Farbe einigermaßen erhalten. Die Carotine der Braunalgen sind bekanntlich besonders empfindlich.

Von höheren Pilzen haben sich nur wenige mit befriedigendem Erfolg präparieren lassen, und zwar nur derbe Sorten von geringem Wassergehalt und ohne ausgesprochene Farben, also z. B. viele *Polyporus*-Arten. Alle anderen Pilze zeigten starke Schrumpfung und Verfärbung bzw. Entfärbung.

Dagegen lassen sich manche Kulturen niederer Pilze und Bakterien in Form und Farbe gut präparieren, wenn man sie in Petrischalen anzieht und diese einfach mit Präpariermasse füllt. Man kann dem Nährboden allenfalls vorher einen Teil des Wassers durch Eintrocknen im Exsiccator entziehen.

Wir haben auf diesem Wege gute Präparate von verschiedenen Schimmelkulturen und von *Bacterium fluorescens*, *pyocyaneus*, *prodigiosum* und *violaceum* erhalten.

Unsere Sammlung phytopathologischer Präparate umfaßt erst wenige Stücke, doch glauben wir, daß sich die neue Methode für die Präparation von schädlingsbefallenen Pflanzenorganen, von Mangelerscheinungen usw. bewähren wird. Auch die Präparation tierischer Schädlinge läßt sich gut durchführen. Käfer und Käferlarven, Schmetterlinge und Raupen, Spinnen, Gallwespen usw. ergeben gute Präparate, doch müssen vor allem auf dem Gebiet der Konservierung von Raupen noch mehr Erfahrungen gesammelt werden, als uns bis jetzt möglich war.

Wir sind jetzt damit beschäftigt, eine Reihe weiterer zoologischer Präparate herzustellen, um Leistungsfähigkeit und Grenzen

der neuen Methode auch für dieses Gebiet wenigstens in groben Umrissen zu erkennen.

Die Verwendbarkeit von Einbettmasse HFK für anatomische Zwecke wird an anderer Stelle überprüft. Vorläufig läßt sich sagen, daß die Herstellung von Muskelpräparaten gut gelingt.

Es sei schließlich bemerkt, daß die von uns beschriebene Methode auch für die Konservierung empfindlicher Objekte verschiedenster Herkunft verwendet werden kann, sofern diese gegen die mit dem Härter zugeführte geringe Säurekonzentration unempfindlich sind und sofern sie die Präpariermasse nicht alkalisieren, was die Verfestigung der Masse natürlich verhindern würde. Es muß also vermieden werden, unedle Metalle (außer Blei) in die Präpariermasse einzubringen. Carbonathaltige Gesteine lassen sich ebenfalls nicht einbetten, da sich im Präparat Kohlensäureblasen bilden. Wir haben in solchen Fällen, wo es erwünscht schien, den natürlichen Eindruck von auf Steinen wachsenden Pflanzen zu erhalten, z. B. bei den auf rotem Sandstein wachsenden Algen von Helgoland, die Steinformen in Gips nachgeahmt, den Gips in diesem besonderen Fall mit Eisenoxyd rot gefärbt und die Pflanzen darauf befestigt. Eine weitere Montage erübrigt sich in diesen Fällen. Carbonatfreie Steine und Gesteine mit Bewuchs lassen sich jedoch ohne weiteres einbetten. Wir konnten auch einige gute Präparate von zerbrechlichen paläontologischen Objekten herstellen.

Es sei noch bemerkt, daß in manchen Fällen eine Vorbehandlung der einzubettenden Objekte zu guten Resultaten führen kann. So kommt es z. B. bisweilen vor, daß saftige Blütenorgane während des Gelierens mit dem Wasser auch Anthocyan an die Präpariermasse abgeben. In solchen Fällen ist es zweckmäßig, die Objekte in bekannter Weise unter Erhaltung der Farben in warmem Sand zu trocknen und dann erst einzubetten. So vorbehandelte Objekte werden auch weniger durchscheinend.

Auf die Möglichkeit, größere wasserhaltige Organe auszuhöhlen und mit Gips, Paraffin oder Plastilin zu füllen, haben wir schon hingewiesen.

Über die Haltbarkeit der nach dem neuen Verfahren hergestellten Präparate lassen sich vorläufig folgende Feststellungen machen: Unsere ältesten Präparate sind jetzt $2^1/_2$ Jahre alt. Wir können daran keine Veränderungen beobachten.

Während der Sommermonate 1937 blieben einige Präparate von Rosen und Nelken an einem Südfenster der Sonne exponiert, ohne dabei auszubleichen. Während der Monate November und Dezember 1937 wurde das Präparat einer roten Rose und einer gelben Chrysantheme täglich 15 Minuten lang unter der Analysenquarzlampe ultravioletten Strahlen ausgesetzt, ohne daß die Objekte verblaßten. Die gehärtete Masse selbst ist unbegrenzt haltbar. Es ist nicht zu befürchten, daß darin mit der Zeit Trübungen oder Risse auftreten. Dadurch erscheint eine außerordentlich lange Haltbarkeit der Formen gewährleistet. Nach den bisherigen Erfahrungen ist auch zu erwarten, daß sich die Farben, die zur Konservierung im schwach sauren Medium überhaupt geeignet sind, bei pfleglicher Behandlung der Präparate lange erhalten werden.

Auf Grund unserer praktischen Erfahrungen stellt die Verwendung eines geeigneten, härtenden Harnstoffharzes einen wesentlichen Fortschritt in der Präpariertechnik dar, auch wenn sich dieses Verfahren nicht in allen vorkommenden Fällen mit gleich gutem Erfolg anwenden läßt.

Wir möchten nicht versäumen, auch an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. A. Schmidt, Frankfurt a. M., für seine Anregungen und Förderung der Arbeit unseren Dank auszusprechen.

Die Abb. 2—4 sollen einen Eindruck von Anordnung und Aussehen botanischer Präparate in Einbettmasse HFK vermitteln.

Abb. 5 zeigt einige nach dem neuen Verfahren präparierte Zierfische.

Abb. 2.

Abb. 3.

Abb. 4.

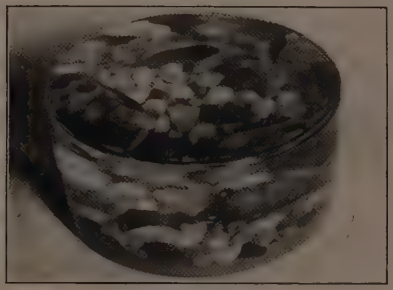


Abb. 5.

Medicago scutellata L. (All.) als Beischluß in italienischen Pferdebohnen.

Dem landw.-botanischen Untersuchungsamt Breslau wurden verschiedentlich von Verteilern wie Verbrauchern Schlesiens die Früchte von *Medicago scutellata* zur Bestimmung eingesandt. Sie kamen in großer Menge in für Futterzwecke eingeführten italienischen Pferdebohnen vor. Als Heimat der *Medicago scutellata* gilt nach Hegi „Ill. Flora von Mitteleuropa" IV 3 S. 1251, die auf S. 1267 auch eine gute Abbildung der Hülsen bringt, das Mittelmeergebiet (nördlich bis

Abb. 1.
Früchte von *Medicago scutellata* L. (All.) aus italienischen Pferdebohnen.
Phot. Bildstelle der Landesbauernschaft Schlesien.

Abb. 2. Kapitäl mit Föhrenzapfen, Weintrauben und *Medicago*-Früchten.
(Aus Hegi, Ill. Flora von Mitteleuropa.)

Istrien, östlich bis zur Ukraine). Über Einschleppung wird nur mit Luzerne (nicht mit Pferdebohnen) am angeführten Orte berichtet. Sehr interessant ist die Abbildung 1369 am angeführten Ort, wonach neben Föhrenzapfen und Weintrauben auch Medicagofrüchte ähnlicher Art, z. B. an einem romanischen Kapitäl in der Stiftskirche auf Valère in Sitten (Wallis) künstlerisch zur Darstellung gelangten. Es ist dies eine künstlerische Auswertung von Schönheiten der Früchtebildungen, wie sie architektonisch für Samenformen m. E. noch viel öfter herangezogen werden könnte.

Biologisch bemerkenswert ist die Tatsache, daß die sehr leichten Früchte der *Medicago scutellata* zu den Windrollern gerechnet werden. Bei solchen Pflanzen kommt eine Anpassung [nach Ludwig „Biologie der Pflanzen" (1895) S. 325 (6)] an eine Verbreitung der Früchte durch Rollbewegungen in Frage, die durch Luftströmungen verursacht werden, ohne daß sog. Windfänge daran vorhanden wären.

Dr. Oberstein, Breslau.

Besprechungen aus der Literatur.

Wetzel, H. E., Anbau und Verwertung von Heil- und Duftpflanzen Brasiliens in seinen deutschstämmigen Siedlungen. Dissert. Gießen 1937, 109 S.

In ausführlicher Weise werden die Möglichkeiten eines vermehrten Anbaus von Heil- und Duftpflanzen in den von Deutschen besiedelten Gebieten Brasiliens erläutert und Wege aufgezeichnet, wie die deutschen Siedler an der ausländischen Rohstoffversorgung Deutschlands in stärkerem Maße und besonders auf dem Gebiet der Drogenversorgung beteiligt werden können. In Brasilien kommen für den Anbau von Heil- und Duftpflanzen hauptsächlich die gemäßigten tropischen Zonen in Betracht, wo eine planmäßige Nutzung des Arzneipflanzenreichtums bisher nur sehr unvollkommen durchgeführt wurde.

Die Drogen werden vorwiegend durch Sammelwirtschaft gewonnen. In geringer Anzahl sind auch Pflanzungsbetriebe und verarbeitende Betriebe vorhanden. Großunternehmungen befinden sich nicht in deutscher, sondern in japanischer oder schwedischer Hand; hinzukommen die Schwierigkeiten, wie sie durch Klima und Boden bedingt sind. So wird von Fehlschlägen berichtet, die durch ungenügende Sortenwahl und unzureichende Berücksichtigung spezieller Ansprüche der Arzneipflanzen an die Umweltbedingungen (z. B. Guarana, Vanille, Tonkabohne) auftraten. Im allgemeinen kennt man in Brasilien drei Arten des Arzneipflanzenanbaus, die Wald-, Rodungs- und Freilandpflanzung. Von den in Frage kommenden, Drogen liefernden Pflanzen wird eine kleine Auswahl näher beschrieben und ihre Anbaumöglichkeit erläutert.

Da Brasilien verhältnismäßig große Mengen von chemischen Fertigpräparaten aus Deutschland bezieht, anderseits aber nur zu einem geringen Prozentsatz an der Einfuhr ausländischer Drogen nach Deutschland beteiligt ist, ließen sich die Handelsbeziehungen zwischen beiden Ländern durch erhöhten Drogenexport Brasiliens wesentlich steigern und vertiefen. Dabei ist Voraussetzung, daß die deutschen Siedler Brasiliens beim Arzneipflanzenanbau sich maßgeblich nach den Drogenbedürfnissen des Mutterlandes richten. Hinzukommt, daß die Drogenerzeugung Brasiliens im Verhältnis zur Unerschöpflichkeit seiner natür-

lichen Quellen noch sehr unbedeutend ist. In den deutschen Siedlungsgebieten allein sind beheimatet *Copaifera-*, *Derris-*, *Dipterix-*, *Hymenaea-*, *Cinchona-* und *Bixa*-Arten. Bärner, Berlin-Dahlem.

Forschung für Volk und Nahrungsfreiheit. Der Forschungsdienst 1938, Sonderheft 8, 625 Seiten, Preis 25.— RM. (für Bezieher der Zeitschrift „Forschungsdienst" 20.— RM.).

Der für die Jahre 1934–1937 vorliegende Arbeitsbericht des Forschungsdienstes gibt einen umfassenden Überblick über die im Reichsforschungsrat auf dem Gebiete der Landwirtschaft geleistete Arbeit. Es wird hier ein Querschnitt durch das Wirken und Schaffen der deutschen Landbauforschung gegeben, wie er in dieser Form noch niemals einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich gemacht worden ist. Die wesentlichsten Ergebnisse, ja selbst in kürzester Form, hier herauszustellen, verbietet die Fülle und die Mannigfaltigkeit der Materie. Die Veröffentlichung umfaßt annähernd 150 Arbeitsberichte, die sich auf die Reichsarbeitsgemeinschaften „Agrarpolitik und Betriebslehre", „Landwirtschaftliche Chemie", „Pflanzenbau", „Tierzucht", „Garten- und Weinbau" und „Landwirtschaftliche Gewerbeforschung" verteilen. Wenn in den einleitenden Ausführungen von Prof. Dr. Konrad Meyer betont wird, daß die einzelnen Arbeitsberichte alle das persönliche Gesicht ihrer Verfasser tragen und demgemäß von dem einen oder anderen Leser die Einheitlichkeit vermißt werden könnte, so kann man ihm nur beipflichten, wenn er dies nicht als Mangel, sondern als schönen Beweis dafür hinstellt, daß der Gedanke der Gemeinschaftsarbeit nicht die Besonderheiten der Auffassungen und Fähigkeiten nivelliert, sondern einem jeden die Möglichkeit freier Entfaltung läßt. Es bleibt jedoch bedauerlich feststellen zu müssen, daß diesem Gedanken nicht immer Rechnung getragen worden ist. Der Arbeitsbericht „Pflanzenschutz" (Appel, Landsberg) ist so anspruchslos gestaltet worden, daß er selbst sehr geringen Erwartungen nicht zu entsprechen vermag. Diese spezielle Kritik soll jedoch nicht den Blick dafür trüben, daß niemand dieses Buches entraten kann, der sich mit Problemen der deutschen Landbauforschung beschäftigt. M. Klinkowski, Berlin-Dahlem.

Kallauch, Walter. Die Bereitung von Komposterde. Mit 26 Zeichnungen und Bildern. Gartenbauverlag Trowitzsch & Sohn, Frankfurt (Oder) und Berlin 1937. Preis 0.85 RM.

Dieses Heft aus der Reihe der „Kleinbücher der Gartenpraxis" enthält eine ausgezeichnete Anleitung zur Gewinnung hochwertiger Erde für die Bodenverbesserung. Man liest häufig Aufsätze über Kompostbereitung. Ich habe aber noch keinen so umfassenden und klaren Bericht über alle damit zusammenhängenden Fragen gelesen wie diesen, so daß ich das Büchelchen nur jedem Gartenfreund empfehlen kann. Snell.

Klapp, E. Wiesen und Weiden. Anlage, Pflege und Nutzung von Grünlandflächen. Mit 164 Abb. Verlag P. Parey, Berlin. Preis geb. 11.60 RM.

Nach dem Wunsche des Verfassers soll das Buch nicht in erster Linie technische Einzelheiten vermitteln, sondern die vordringliche Aufgabe erfüllen, eine grundsätzlich neue Denkweise über die Belange des Grünlandes einzuleiten, das allzu lange Stiefkind der Landwirtschaft gewesen ist, für dessen unbefriedigende Leistungen weniger technische Fehler als vielmehr eine falsche, rückständige Wirtschaftsbetrachtung

verantwortlich zu machen ist. Wenn überhaupt ein Buch eine so schwere Aufgabe zu erfüllen vermag, so kann es dieses, denn es ist von der hohen Warte eines unserer besten Grünlandkenner geschrieben, in dessen Worten sich die Klarheit wissenschaftlicher Erkenntnisse mit der nüchternen Wirklichkeit der Praxis in vorbildlicher Weise vereint. Auf knappem Raum, aber in umfassender Weise, werden in den verschiedenen Abschnitten des Buches die Bedeutung, die räumliche Verteilung und die Wachstumsgrundlagen des Grünlandes besprochen. Die Regelung der Wasserversorgung, Urbarmachung und Grünlandverbesserung werden unter Zugrundelegung der bewährten Regeln der Kulturtechnik ebenso genau behandelt wie die wichtigsten Grünlandpflanzen, ihre Ansaat, ihre Ernährung, ihre Pflege und Sicherung gegen Unkraut und Schädlinge. Ausführungen über Nutzung und Werbung des Grünlandfutters beschließen das Buch, das in allen Teilen weniger Rezepte geben als Verständnis für die Zusammenhänge vermitteln will. Da die Grünlandforschung eine junge Wissenschaft ist, kann es nicht überraschen, daß es noch viele offene Fragen in ihr gibt. Aber auch an ihnen geht der Verfasser nicht vorbei, sondern kennzeichnet sie mit nüchterner Sachlichkeit. Dennoch gibt die Fülle des Gebotenen, die Vielgestalt des angeführten Belegmaterials nicht nur dem Praktiker Antwort auf die meisten Fragen, die er zu stellen hat, sondern bietet auch dem Grünlandfachmann, dem Wissenschaftler eine Fundgrube von Anregungen. Die Einteilung des Buches in viele Unterabschnitte und die Vielzahl guter Abbildungen und Tabellen wahrt ihm eine ausgezeichnete Übersichtlichkeit und macht es zu dem, was es seinem Titel und Grundgedanken nach nicht zu sein brauchte, zu einem Handbuch der Wiesen- und Weidenkunde, das jeder oft und erfolgreich zu Rate ziehen wird. Hey, Dahlem.

Kuntze, H. A. Literatur über tropische Nutzpflanzen und deren Krankheiten und Schädlinge. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Heft 56. Berlin 1938. Preis 0.80 RM.

Mit Unterstützung der Gruppe Deutscher kolonialwirtschaftlicher Untersuchungen hat Verfasser unter der sachkundigen Leitung von Prof. Dr. Morstatt die umfangreiche Buchliteratur über tropische Nutzpflanzen zusammengestellt. Es sind nicht nur die Titel der Bücher aufgeführt, sondern es ist auch der Inhalt in kurzen Anmerkungen erläutert, so daß dieses Heft ein erwünschter Ratgeber für Wirtschaft und Wissenschaft daheim und in Übersee und nicht zuletzt auch für den Pflanzer draußen sein dürfte. K. Snell.

Lehmann, E., H. Kummer und **H. Dannenmann,** Der Schwarzrost. Seine Geschichte, seine Biologie und seine Bekämpfung in Verbindung mit der Berberitzenfrage. 608 Seiten mit 87 Abb. im Text und einer farbigen Tafel. Verl. J. F. Lehmann, München, 1937, Geh. RM. 26,—, Lwd. RM. 28,—.

In dem vorliegenden umfangreichen Werk haben die Verff. versucht, ein möglichst klares und eindringliches Bild von der Biologie des Schwarzrostes unter Berücksichtigung der von ihm verursachten Schäden und die Methoden seiner Bekämpfung zu geben. Besonders eingehend wurde dabei die Bedeutung der Berberitze besprochen. Einen Begriff über die ungeheure Fülle des verarbeiteten Stoffes geben allein das ausführliche Literaturverzeichnis (57 Seiten!) und das Schlag-

wortregister (14 Seiten!). Es wäre aber nicht zutreffend, wenn man danach den Schwarzrost zu den schädlichsten aller Getreiderostarten in Deutschland rechnet. Wie auch die Verff. erwähnen, finden Gelb- und Braunrost als unsere wichtigsten Rostkrankheiten des Getreides die größte Beachtung bei den Rostforschungen im Reiche. Der Gedanke, eine derartig umfassende Monographie des Schwarzrostes zusammenzustellen, kam nach der eingehenden geographischen Aufnahme der Berberitze in Württemberg und Hohenzollern zustande. Für die praktische Verwertung der gesammelten Angaben müßte man dieselbe in Beziehung zur Schwarzrosthäufigkeit bringen. Durch eine weitere Vertiefung nach der biologischen Seite hin, die Vervollständigung unter Berücksichtigung auch anderer Rostarten, die Beobachtungen in allen Ländern und das Heranziehen einiger Mitarbeiter konnte die mühevolle Arbeit bewältigt werden.

In bezug auf die Bekämpfung des Schwarzrostes schließen sich die Verff. an die von der humanen und tierischen Medizin längst anerkannte Forderung einer engen internationalen Zusammenarbeit für die Bekämpfung der epidemischen Krankheiten an. „Die Schwarzrostfrage ist eine Weltfrage. Eine erfolgreiche Bekämpfung der alljährlichen Millionenwerte verschlingenden Getreidekrankheit kann nur durch internationale Gemeinschaftsarbeit erzielt werden." Bei der Übersicht besonderer Fragen aus zahlreichen Einzelgebieten (Geschichte Mycologie, Physiologie, Vererbung, Züchtung, Pflanzengeographie, Düngung, Gesetzgebung usw.) in verschiedenen Ländern könnte man vielleicht einige Unausgeglichenheiten finden, die aber in solchen Fällen unvermeidbar sind. Bei der nächsten Auflage sollten folgende Unstimmigkeiten beseitigt werden. Auf S. 278 sind die Collembolen zu den Schnecken gerechnet worden, auch die Bezeichnung „cwt" (S. 394 letzte Zeile) bedeutet in der Originalarbeit „dz". Es ist auch zu erwarten, daß die auf dem Internationalen Kongreß in Amsterdam 1935, Proc. VI, S. 404 (nicht S. 604) vorgeschlagene Bezeichnung „physiologische Rassen" (vgl. S. 36 Fußnote) anstatt „Biotypen" in Zukunft benutzt wird. Damit soll aber der Wert des Werkes keineswegs herabgesetzt werden. Das Buch gehört zu den unentbehrlichen Hilfsmitteln für alle phytopathologischen Laboratorien und für jeden, der mit Phytopathologie zu tun hat. M. Klemm.

Poenicke, W. Trauben am Haus — Trauben im Garten. (Kurze Anleitung zur einfachsten und erfolgreichsten Erziehung des Weinstockes im Garten und am Haus.) 2. verb. Auflage. Gartenbauverlag Trowitzsch & Sohn, Frankfurt (Oder) und Berlin, 1937. Preis 2.80 RM.

Das mit vielen guten Reproduktionen von photographischen Aufnahmen und einfachen, sehr klaren Zeichnungen ausgestattete Buch will zum Anbau von Weinstöcken in Hausgärten anregen. In kurzen, allgemein verständlichen, klar gegliederten Abschnitten werden die Grundbegriffe des Weinanbaues besprochen. Abgehandelt werden folgende Fragen: Standort, Einkauf, Anpflanzung und Entwicklung des Weinstockes, Schnitt- und Behandlungsregeln für den belaubten und unbelaubten Zustand, Winterschutz, Anbau unter Glas, Traubenpflege, Sortenwahl, Krankheiten und Schädlinge. Wenn sich das Buch auch in erster Linie an Gartenliebhaber wendet, in deren Kreisen ihm weiteste Verbreitung zu wünschen ist, kann es auch dem Biologen, dem

Weinbau nicht Hauptfach ist, mancherlei Belehrung bringen und zum Verständnis der vorkommenden, ihm oft nicht geläufigen Begriffe und Fachausdrücke des Weinbaues sehr empfohlen werden.

K. Ludewig.

Roemer, Th., Fuchs, W. H. und **Isenbeck, K.** Die Züchtung resistenter Rassen der Kulturpflanzen. 427 S., 41 Textabb., 2 farb. Taf. Verlag Paul Parey Berlin, 1938 (Kühn-Archiv Bd. 45).

Die Erkenntnis, daß die Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten und Schädlingen nicht nur durch Pflanzenschutzmaßnahmen erfolgen kann, sondern daß vor allem auch der Pflanzenzüchter die Möglichkeit hat, durch Auslese und Schaffung widerstandsfähiger Rassen unserer Kulturpflanzen gegen die Ertragsminderung durch Krankheiten und Schädlinge anzugehen, hat dazu geführt, daß gerade auf dem Gebiete der Resistenzzüchtung in den letzten Jahrzehnten intensivste Forschungsarbeit geleistet wurde. Das einschlägige Schrifttum wurde immer umfangreicher und damit unübersichtlicher und es ist ein gar nicht hoch genug einzuschätzendes Verdienst der Verf., daß sie sich der Mühe unterzogen, die gesamte auf diesem Gebiete vorliegende Literatur zusammenzutragen, kritisch zu sichten und in einer Form zur Darstellung zu bringen, die es jedem ermöglicht, sich ohne Mühe in kürzester Zeit einen Überblick über die bereits geleistete Arbeit der Forschung und praktischen Züchtung zu verschaffen.

Das Buch, dessen straffe, übersichtliche Gliederung hervorgehoben werden muß und dessen Inhalt sich auf die Resistenz gegen parasitäre Krankheitserreger und tierische Schädlinge beschränkt, umfaßt zwei große Hauptteile. Im ersten finden wir nach einer allgemeinen Einführung und nach einer Erörterung der Notwendigkeit der Züchtung resistenter Sorten Abschnitte über die biologischen Voraussetzungen der Resistenzzüchtung, das Wesen und die Vererbung der Resistenz, sowie die Durchführung der Resistenzzüchtung. Der zweite Teil behandelt dann gesondert die einzelnen Krankheiten und Schädlinge, bei deren Wirtspflanzen genetisch bedingte Resistenz festgestellt wurde. Der Nachweis des einschlägigen Schrifttums ist am Schlusse der einzelnen Kapitel unmittelbar angefügt.

Das verdienstvolle Werk wird nicht nur dem forschenden und praktischen Züchter unentbehrlich sein, sondern es ist auch dazu berufen, einen bevorzugten Platz in der Handbücherei jedes Phytopathologen einzunehmen.

H. Richter, Berlin-Dahlem.

Schoenichen, W. Die in Deutschland geschützten Pflanzen. Nach der Naturschutzverordnung vom 18. März 1936. 80 Seiten mit 100 Abb. nach Zeichnungen von Kunstmaler Erich Schröder, Berlin 1938. Hugo Bermühler Verlag, Berlin-Lichterfelde. Preis 0,60 RM., ermäßigte Preise bei Bezug größerer Mengen.

Die Herausgabe eines solchen handlichen und wohlfeilen Büchleins über die in Deutschland geschützten Pflanzen, das man als ein wirkliches Taschenbüchlein bezeichnen kann, ist sehr zu begrüßen. Eingeleitet wird dieses Büchlein durch einen Auszug aus den gesetzlichen Bestimmungen. Dann werden die Pflanzen beschrieben, und zwar zuerst die Frühlingsblumen, dann die geschützten Pflanzen unserer Wälder, ferner die geschützten Pflanzen der sonnigen Hänge, Steppenheiden, Dünen und Felsen, anschließend die geschützten Wiesen-, Sumpf- und Moorgewächse und zum Schluß die Alpenpflanzen. Diesen

Beschreibungen ist ein reichliches Bildmaterial beigegeben, das jedoch leider nicht immer gut gelungen ist. Das Büchlein wird durch eine tabellarische Übersicht aller geschützten Pflanzen Deutschlands mit der Angabe ihrer Verbreitung innerhalb Deutschlands, ihrer Standorte, ihrer Blüte-(Sporen-)Zeit und der Art des Schutzes abgeschlossen. Diesem wichtigen Büchlein ist weiteste Verbreitung zu wünschen.

Georg M. Schulze,
Berlin-Dahlem, Botanisches Museum.

Steffeck, J. Das Frühbeet des Liebhabers. Der Selbstbau und die erfolgreiche Pflanzenpflege. Kleinbücher der Gartenpraxis. Gartenbauverlag Trowitzsch & Sohn, Frankfurt (Oder) und Berlin. Preis 0.85 RM.

Dieses, von einem Praktiker geschriebene Kleinbuch dürfte nicht nur den Gartenliebhaber interessieren, sondern auch den Botaniker, der Versuche im Frühbeet machen und zu diesem Zweck einen praktischen Kasten oder auch eine ganze Anlage sachgemäß herstellen will.

Snell.

Ursprung, A. Die Messung der osmotischen Zustandsgrößen pflanzlicher Zellen und Gewebe. Abderhaldens Handb. d. biol. Arbeitsmethoden, Liefg. 469, Abt. XI, Teil 4, Heft 7. Preis brosch. 24.— RM.

Die Kenntnis der osmotischen Leistungsfähigkeit der Pflanze gilt seit den klassischen Untersuchungen Pfeffers allgemein als Grundlage für die Bearbeitung zahlreicher Fragen der pflanzlichen Ernährungs-, Entwicklungs- und Reizphysiologie sowie der Standortsverbreitung und Standortsbedingtheit von Assoziationen innerhalb ihres natürlichen Lebensraumes. Auch für die Pflanzenbauwissenschaft haben sich, ausgehend von den Ergebnissen der Ökologie, wichtige Beziehungen zu den klimatischen und edaphischen Voraussetzungen der Anbaufähigkeit von Kulturpflanzen, insbesondere zu der Hitze-, Dürre-, Frost- und Schädlingsresistenz, ergeben. Dank der ständig fortschreitenden Verfeinerung der Methodik, die heute nicht nur die osmotischen Daten von Organen oder Organteilen, sondern auch Differenzen innerhalb der Einzelzelle zu erfassen gestattet, ist im Laufe der letzten Jahrzehnte ein umfangreiches Tatsachenmaterial über Höhe, Verteilung und zeitliche Schwankungen der osmotischen Zustandsgrößen gewonnen worden. Es sei an dieser Stelle auf die Zusammenstellungen in den „Tabulae biologicae" verwiesen, die einen guten zahlenmäßigen Überblick über die bisherigen Meßergebnisse vermitteln.

Der auf den bezeichneten Gebieten Arbeitende wird jedoch in der Regel vor die Notwendigkeit gestellt sein, sich mit den methodischen Unterlagen selbst vertraut zu machen. Der Verfasser, der an dem Ausbau der neueren Meßprinzipien in hohem Maße beteiligt ist, hat in der vorliegenden Arbeit auf Grund eines umfangreichen Schrifttums (zitiert werden über 1000 Abhandlungen) eine erschöpfende Darstellung der bis jetzt bekannt gewordenen Methoden gegeben. Ein besonderer Wert wird auf die Berücksichtigung der Anwendbarkeitsgrenzen und die zahlenmäßige Erfassung der Meßgenauigkeit gelegt, die jeweils in einem besonderen Kapitel der eigentlichen Versuchsbeschreibung vorangeschickt werden. Die Vorschriften zum Einsammeln und Aufbewahren des Versuchsmaterials, zur Herstellung von Lösungen und Preßsäften, Anordnung von Apparaturen und zur rechnerischen Bearbeitung der

Meßergebnisse sind sehr ausführlich gehalten und mit zahlreichen erläuternden Tabellen, Diagrammen und Textfiguren versehen.

Der gesamte Stoff ist auf 14 Abschnitte verteilt. Nach einer einleitenden Klarlegung der Begriffe Saugkraft, osmotischer Wert, Wanddruck, Turgordruck und ihrer Abgrenzung von den physikalischen Definitionen folgen die Methoden der Untersuchung an lebenden und toten Einzelzellen (*Pleurococcus*, *Farnannulus*) und Zellverbänden (Blättern, Sproß- und Wurzelsystemen). Anschließend wird an dem Beispiel des Endodermissprunges die Messung polarer Saugkraftdifferenzen und — anhangsweise — die Untersuchung des Wassersättigungsdefizits sowie der Wasserbilanz besprochen. Ein kurzer Abschnitt über die von landwirtschaftlicher Seite ausgeführten Messungen enthält im wesentlichen eine Kritik der vom Institut für Bodenkultur in Wien ausgeführten Arbeiten über Grenzplasmolysewerte und Bodensaugkräfte. In zwei weiteren Abschnitten wird die Messung der künstlichen und natürlichen (Turgor-) Dehnung der Zellwand unter Bezugnahme auf den mizellaren Bau pflanzlicher Membranen und weiter die Feststellung des Turgordruckes von Einzelzellen und Zellverbänden behandelt. Der letzte Abschnitt enthält die Methoden zur Bestimmung der statischen und dynamischen Substratwiderstände unter besonderer Berücksichtigung der Verfahren von Gradmann und Ursprung.

Eine alphabetisch geordnete Literaturübersicht, die durch ein Stichwortverzeichnis hätte ergänzt werden können, beschließt die Abhandlung, die als Nachschlagewerk nicht nur dem Physiologen und Ökologen willkommen sein wird, sondern auch dem auf dem Gebiete des Pflanzenbaues und Pflanzenschutzes Tätigen vielseitige Dienste leisten kann. K. Stoll, Berlin-Dahlem.

Neue Mitglieder der Vereinigung für angewandte Botanik.

Gorini, Prof. Constantino, Mailand, Via Orcagna 4. (Durch Stapp.)

Noll, Dr. Alfred, Assistent am Institut für Pflanzenkrankheiten, Landsberg a. W., Theaterstr. 25. (Durch Braun.)

Adressenänderungen.

Blunck, Prof. Dr. Hans, Bad Godesberg, Wendelstedt-Allee 4.

Boekholt, Dr. Karl, Berlin-Dahlem, Im Dol 27.

Gante, Dr. Th., Gießen, Asterweg 29.

Hassebrauk, Dr. K., Privatwohnung: Braunschweig, Hagenstr. 19.

Lieske, Prof. Dr. R., Wandsbek, Lübeckerf. 98.

Rost, Dr. Hans, Wandsbek, Lübeckerf. 98.

ECOLOGY

Devoted to All Forms of Life in Relation to Environment

Established 1920 — Quarterly

Official Publication of the Ecological Society of America

Subscription, $4 a year for complete volumes (January to December)

Foreign postage: 20 cents.

Back volumes, as available, $5 each.

Parts of volumes are to be had only at the single number rate.

Single numbers, $1.25, post free.

GENETICS

A Periodical Record of Investigations in Heredity and Variation

Established 1916 — Bi-Monthly

Subscription, $6 a year for complete volumes (January to December)

Foreign postage: 50 cents.

Single numbers, $1.25 post free.

Parts of volumes are to be had only at the single number rate.

Back volumes, as available, $7 each.

BROOKLYN BOTANIC GARDEN MEMOIRS

Published irregularly — Not offered in exchange

Volume I contains 33 contributions by various authors on genetics, pathology, mycology, physiology, ecology, plant geography, morphology, and systematic botany. 38 plates, 41 text-figures. Price $3.50 plus postage. Weight 4 pounds.

Volume II: The Vegetation of Long Island. Part I: The Vegetation of Montauk: A Study of Grassland and Forest, by NORMAN TAYLOR. Published June 11, 1923. 108 pages, 30 text-figures. Price $1.

Volume III: The Vegetation of Mt. Desert Island, Maine, and its environment. By BARRINGTON MOORE and NORMAN TAYLOR. 151 pages, 27 text-figures, coloured map. June 10, 1927. Price $1.60.

Volume IV: Commemoration program. 15 papers on twenty-five years of progress in botany and horticulture, 1910—1935. 133 pages, 2 text-figures, 5 plates. Price $1.35 post free.

Orders should be placed with

The Secretary, Brooklyn Botanic Garden

1000 Washington Avenue

Brooklyn, N.Y., U.S.A.

Biologie der Flechten, Entwicklung und Begriff der Symbiose von Professor Dr. **Friedrich Tobler.** Mit 1 farbigen Tafel und 67 Abbildungen im Text. (VII u. 265 S.) 1925 Geheftet *RM* 13.50

Beiträge zur botanischen Protistologie. Teil I: Die Polyangiden von Prof. Dr. **E. Jahn.** Mit 2 farbigen Tafeln und 14 Textabbildungen. (IV und 107 S.) 1924 Geheftet *RM* 9.75

A. Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien.

Eine Übersicht über das gesamte Pflanzensystem mit besonderer Berücksichtigung der Medizinal- und Nutzpflanzen nebst einer Übersicht über die Florenreiche und Florengebiete der Erde zum Gebrauch bei Vorlesungen und Studien über spezielle und medizinisch-pharmazeutische Botanik. Elfte ergänzte Auflage bearbeitet von Professor Dr. **Ludwig Diels.** Mit 476 Textabbildungen. (XLII u. 419 S.) 1936 Gebunden *RM* 16.—

Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie, herausgegeben von Professor **Dr. Eugen Warming** † und Professor **Dr. P. Graebner** †. Vierte, umgearbeitete und verbesserte Auflage von Professor **Dr. P. Graebner** †. Mit 468 Textabbildungen. (VIII u. 1157 S.) 1933 Gebunden *RM* 130.—

Praktikum der Zell- und Gewebephysiologie der Pflanze von **Dr. S. Strugger.** Mit 103 Abbildungen. (XI u. 181 S.) 1935 Gebunden RM 8.50

Printed in Germany